

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

Nr. 40.

Wien, Freitag, den 6. Oktober 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Hydromechanische Einrichtungen von neueren österreichischen Elektrizitätswerken.

(Ausgeführt von der Prager Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Ruston & Co. in Prag.)

Mitgeteilt durch Ober-Ingenieur Gustav Witz.

III. „Rienzwerke“, Elektrizitätswerk der Stadt Brixen. *)

(Hiezu die Tafel XXIII.)

Einer vom Stadtmagistrate veranlaßten, durch die Herren Stadt-Ingenieur F. Slama und Direktor des Elektrizitätswerkes Ingenieur Louis Bernard verfaßten Denkschrift, die 1904 erschien, seien folgende Daten über die Gründung entnommen.

Durch die Jahrtausendfeier der Stadt 1901 war die Anregung gegeben, eine moderne Beleuchtungsanlage zu

durch berufene Sachverständige diese begutachten zu lassen, woraus sich ergab, daß diese Projekte, welche beide die Ausnützung der Wasserkraft des Rienzflusses betrafen, im Verhältnisse zu den Kosten zu geringe Kapazitäten ergaben.

Herr Landesbaurat Thaler, welcher ein Gutachten hierüber abgab, bezeichnete gleichzeitig eine Stelle im Rienzflusse, wo das Wasser durch ein Wehr gefaßt und mit

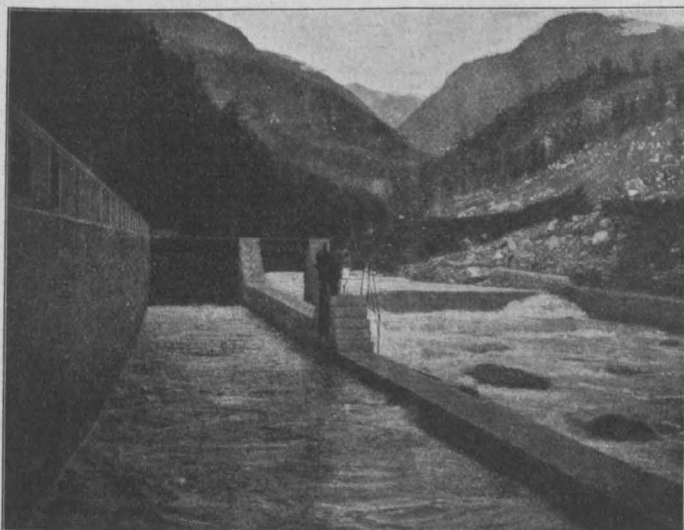


Abb. 1. Wehranlage gegen Norden.

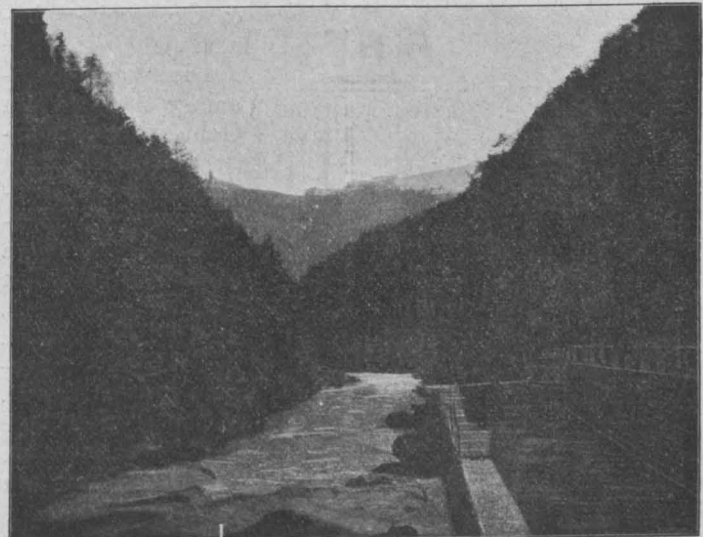


Abb. 3. Einlauf und Sandfang gegen Süden.

schaffen, und in der Bürgerausschußsitzung vom 24. Oktober 1901 wurde ein diesbezüglicher Beschluß gefaßt.

Die verschiedenen Studien, in der Nähe befindliche Wasserkräfte auszubauen, welche zum Teile zu vollständigen Projekten ausreifen, veranlaßten die Gemeinde,

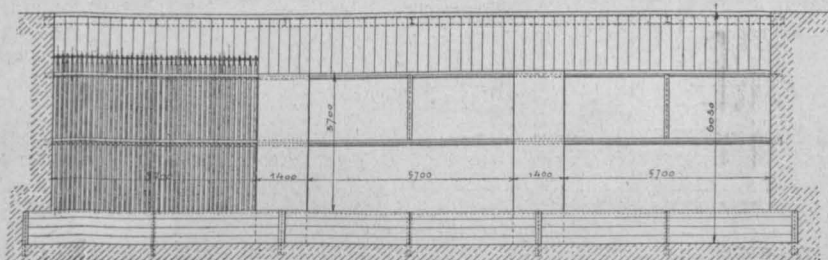
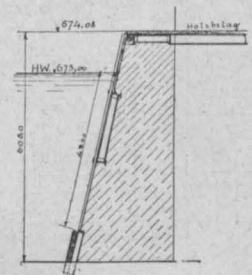


Abb. 2. Grobrechen.



*) Wie eingangs des Artikels I erwähnt, sollen die zu beschreibenden Einzelanlagen solche Verschiedenheiten aufweisen, daß jedesmal andere Turbinentypen und Dispositionen darzustellen sind. Den in Aussicht genommenen Inhalt soll folgende Tabelle andeuten:

Artikel- folge	Zahl der Einheiten	Nutzgefälle	Wasser l/Sek.	Leistung PS	Umdrehung p. Min.
I	6	182.00 m	1350	2500	315
II	4	8.50 "	7600	675	150
III	3	26.50 "	3400	900	500
IV	3	32.00 "	685	230	600
V	1	{ 5.00 " 3.70 "	{ 3000 7000 }	462	100

einem Stollen bis zum Kraftwerke so weit geführt werden sollte, daß ein ansehnliches Nutzgefälle für eine größere Kraftleistung genommen werden kann.

Herr Ingenieur Josef Riehl in Innsbruck wurde nun von der Stadtgemeinde am 17. September 1902 beauftragt, ein darauf basierendes Projekt auszuarbeiten, und begann sofort mit den Arbeiten, so daß bereits am 30. September 1902 das generelle Projekt der Gemeinde vorgelegt werden konnte. Bald darauf wurden noch die wasserrechtlichen Verhandlungen und sonstigen für die Errichtung eines Elektrizitätswerkes nötigen Vorarbeiten erledigt und wurde an die

taleralpen und hohen Tauern sowie aus den nördlichen Teilen der Dolomitengebiete kommende Zuflüsse auf; welche in der engen Schlucht bei rascher Schneeschmelze oder zeitweilig auftretenden Regenperioden sehr in Betracht kommende Hochwasserstände zur Folge haben, und wobei Unmassen von Gerölle sowie auch Holz und entwurzelte Bäume zu Tale gehen, vor deren Angriffen die Kunstbauten geschützt sein müssen.

Der Kanaleinlauf wird mit einer doppeltorigen, 6 m breiten Schütze mit Hochwasserwand abgesperrt, deren Schwelle 1 m unter der Wehrkrone liegt; von dieser in der Linie des Wehrkörpers liegenden Schütze erstreckt sich ein Sandfang von etwa 90 m Länge, an welchen mit einem rechtsseitigen Abschnellen gegen die Bergelehne der Stolleneinlauf sich anschließt.

In der Mitte des Sandfanges ist eine Kiesschleuse von 2 m Breite und am Ende eine solche von 3 m angeordnet. Unmittelbar an diese sich anschließend, sichert den Stolleneinlauf ein Feinrechen von 8.5 m Breite, hinter welchem der Querschnitt zur Stolleneinlaufschütze bei normaler Wasserhöhe auf 2.45 m sich vertieft und auf 3 m verschmälert. Der Stollen, welcher 1250 m lang ist, hat 1.8 m Breite und 3 m lichte Höhe.

Die Wehrkrone und der normale Wasserspiegel liegen auf der Kote 669.8 m, die höchste Hochwasserkote ist mit 473 m angenommen, die Podien für die Bedienung der Einlauf- und Wehrschleusen sind auf Kote 674 m ausgeführt worden.

Der Stollen mündet in ein Wasserschloß, das für die Ableitung mit drei Rohrsträngen zu den Turbinen eingeteilt ist und nebst dem Feinrechen und den Absperrschützen für jede Rohrkammer noch eine za. 18.5 m lange Überfallmauer und dazugehörigen Kanal sowie eine Leerlaufschütze aufweist (Abb. 4). Der Wasserspiegel im Wasserschloße liegt auf Kote 667.90 m, mithin beträgt das Spiegelgefälle vom Wehre bis dahin 1.90 m oder rund $1.90:1400 = 0.00135$ das relative Gefälle.

Die Wassergeschwindigkeit des Stollens kann bei 2.5 m Wassertiefe und den glatt verputzten Wänden je nach dem angenommenen Rauigkeitskoeffizienten zwischen den Grenzen von 2 bis 2.5 m/Sek. betragen, wonach also bei 4.5 m² Wasserquerschnitt die Leistung des Stollens mit 9 bis 11 m³ zu bemessen ist.

Die Sohle des Wasserschlosses vor dem Rechen korrespondiert mit der Stollensohle und senkt sich vorne zur Leerschütze, so daß ein Sandkasten von 1 bis 1.5 m Tiefe unter der Einlaufkante der Turbinenschützen gebildet wird, welche 1.5 m unter Normalwasserspiegel liegt, wobei mit 4.3 m Breite der Schütze und dem normalen Wasserquantum von 3400 l/Sek. per Turbine eine verhältnismäßig geringe Durchflußgeschwindigkeit von za. 0.53 m resultiert, welche sehr wünschenswert erscheint, um das Einziehen von Sand möglichst hintanzuhalten. Das Wasserschloß ist mit einem hübschen Gebäude von 18.5 m \times 13.5 m inneren lichten Maßen überbaut. Der Leerlauf ist in einem gemauerten Gerinne bis zum steilen felsigen Ufer geführt und fällt dort wie eine natürliche Kaskade za. 8 m frei in den Fluß. Die Brustmauer der Rohrkammern ist normal gemessen vom rechten Ufer der Rienz 60—70 m entfernt, und

wurde innerhalb dieses Raumes das Maschinenhaus errichtet, so daß zwischen der wasserseitigen Mauerflucht und einer errichteten Uferschutzmauer noch eine za. 5 m breite Straße verblieb (Abb. 5).

Der Rienzspiegel an dieser Stelle liegt bei Normalwasser auf Kote 642.20 m, der Untergraben bis zur Einmündung ist aber za. 60 m lang, und stellt sich das Normalunterwasser auf Kote 641.40 m, so daß vom Oberwasser der Rohrkammer mit 667.90 m ein geodätisches Gefälle von 26.50 m resultiert.

Bei gewöhnlichem Hochwasser steigt der Unterwasserspiegel bis auf Kote 642.40 m, was teilweise damit ausgebessert wird, daß man den Oberwasserspiegel bei Hochwasser um za. 0.6 m höher halten kann.

Der Fußboden des Maschinenhauses liegt auf Kote 647.2 m, die Turbinenwelle auf 647.70 m, so daß diese über normalem Unterwasser 5.8 m hoch liegt. Das Saugrohr taucht noch um 0.6 m tiefer ein.

Das Maschinenhaus (Taf. XXIII u. Abb. 6) hat eine Maschinenhalle von 22.8 m lichter Länge und 10.5 m lichter Breite, welche von einem Laufkran von 7.5 t bestrichen wird; am

unteren Ende ist der Schalt-raum mit 5.4 auf 5.6 m im Lichten angeschlossen und am oberen Ende ebenso ein zwei Stock hohes Wohngebäude für das Personal, in dessen Erdgeschoß Kanzlei und Werkstatt-raum eingeteilt sind. Durch die Grundrißgliederung und die Ausführung der Fassade in rustik. Granit bringt das mit Türmchen und einer Ventilationslaterne geschmückte Gebäude eine feine architektonische Wirkung hervor. Von der Brustmauer im Wasserschloß bis zur inneren Flucht des Maschinenraumes beträgt die Entfernung 46.18 m horizontal, was eine Länge von 50.50 m für die Rohrleitung ergibt, die, wie Abb. 5 zeigt, unterhalb des Fußbodens in

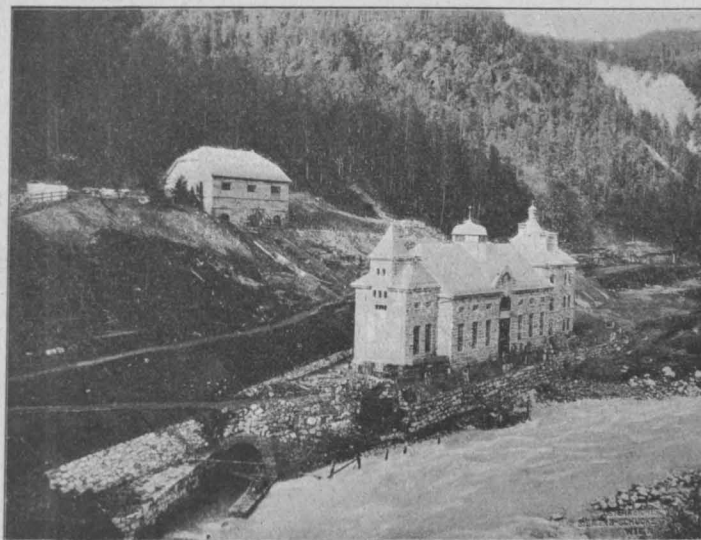


Abb. 6. Ansicht von Maschinenhaus und Wasserschloß.

den Maschinenraum eintritt. Sie endet am Gebäude mit einem einbetonierten Krümmer, welcher mit Winkelringen armiert und als Fixpunkt für die Leitung anzusehen ist, welche im Maschinenhause wohl keiner beachtenswerten Ausdehnung unterliegt, aber bis zum Wasserschloße bei einer allenfallsigen Entleerung doch sich soviel dehnen kann, daß es notwendig schien, gleich nach dem Trichterrohre eine Ausdehnungsmuffe mit Stopfbüchse einzuschalten.

Es sei hier zunächst erwähnt, daß die verlangte Leistung jeder Turbine bei 26.5 m Bruttogefälle 900 PS betragen sollte und, soweit es möglich, ohne den Wirkungsgrad zu beeinträchtigen und um die verlangte Tourenzahl zu erreichen, auch das bei Hochwasser reduzierte Gefälle von 23 m zu berücksichtigen war.

Wurde nun vorerst ein Druckverlust in der 1.5 m weiten Rohrleitung durch angenäherte Zahlen mit $h = 0.02 \frac{50 \times 1.82}{15 \times 19.6} = 0.11$ m und zuzüglich einiger Krümmungen bis Eintritt in die Laufräder mit 0.2 m angenommen, so berechnete sich eine sekundliche Wassermenge von 3400 l/Sek. bei zirka 77% Wirkungsgrad.

Für die direkt zu kuppelnden Drehstromgeneratoren war eine Tourenzahl von 500 vorgesehen, wodurch sich ein so kleiner Raddurchmesser ergibt, daß für die berechnete Wassermenge Zwillingsturbinen gewählt werden mußten (Abb. 7—9).

Ohne auf die nähere Berechnung einzugehen, seien hier die Hauptdimensionen, wie folgt, angeführt.

Laufreddurchmesser = 600 mm, Breite der Leiträder = 200 mm, Anschluß des Saugrohrs an die Laufträder = 725 mm, Leitradöffnungen, ganz offen = 18×48 mm. Die Tourenzahl beträgt 500 in der Minute, daher die Geschwindigkeit im Spalt

$$v_r = \frac{500 \times \pi \times 0.6}{60}$$

= 15.7 m. Die Gefällsgeschwindigkeit zu dem Nutzgefälle von 26.3 m $v = 22.8$ m berechnet, ergibt sich, daß die Umfangsgeschwindigkeit $v_r = \frac{100 \times 15.7}{22.8} = 69\%$

der Gefällsgeschwindigkeit beträgt; ebenso zeigt das Verhältnis der Radbreite zum Durchmesser noch ganz normale, nicht amerikanische Verhältnisse.

Die Schluckfähigkeit der Turbinen kann bei einem auf 23 m reduzierten Gefälle reichlich noch 4000 l in der Sekunde betragen, und werden dann die Turbinen etwa 850 PS leisten.

Für die Rohrleitungen wurde ein Durchmesser von 1500 mm gewählt, wodurch bei normalen Verhältnissen, d. i. 26 m Gefälle und 3400 l/Sek., eine Durchflußgeschwindigkeit von 1.92 m resultiert, wonach die vorne berechnete und angenommene Widerstandshöhe als passend bleiben konnte.

Bezüglich der Disponierung von geschlossenen Doppel-Francis turbinen wäre zu erwähnen, daß für den Fall, als man davon absieht, die Räder zusammenzulegen und zwei Saugrohre anzuwenden, sich bei dem in der Hauptsache zylindrischen Kesselmantel jene Anordnung am einfachsten darstellt, wo der Stutzen des Druckrohres über dem Saugrohr liegt und daher die Rohrleitung so hoch eingeführt werden muß, daß man noch einen genügend großen Radius für das Knierohr erhält; kommen dann noch Absperrvorrichtungen vor die Turbinen und hat die Rohrleitung einen erheblichen Durchmesser, so müssen besondere Konstruktionen zum Lagern derselben hinter der Turbine ausgeführt werden, die man gerne vermeidet. Aus diesem und noch aus dem Grunde, weil die großen Rohroberflächen immer wegen der Kondensation aus der Luft feucht sind, wurden die Druckrohre unter dem Fußboden eingeführt und wurde durch entsprechende Füße und Anpaßflächen der Krümmer der Saugseite mit jenem der Druckseite verschraubt und dadurch gleich das Fundamentauflager der Turbine geschaffen.

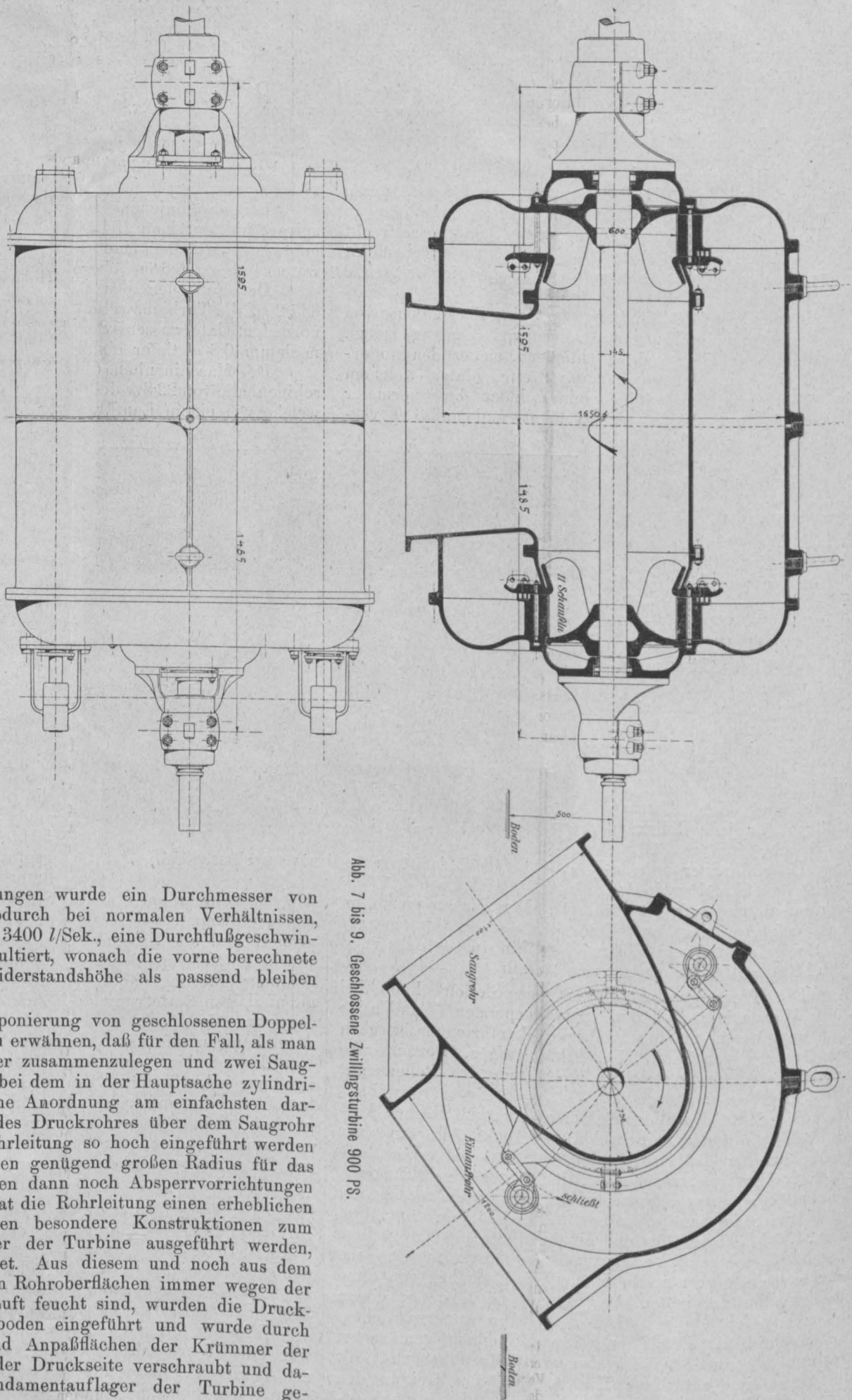


Abb. 7 bis 9. Geschlossene Francis turbine 900 PS.

Wie aus dem Grundrisse (Taf. XXIII) ersichtlich, ist jedes Rohr mit einer noch innerhalb des Gebäudes liegenden Drosselklappe versehen, deren Handeinstellvorrichtung ganz in der Nähe des ebenfalls an der rückwärtigen Seite der Turbine befindlichen Geschwindigkeitsregulators liegt.

Diese Geschwindigkeitsregulatoren (Abb. 10) sind mit Schraubenrädern angetrieben und besitzen zur Betätigung der Drehschaufeln eine Öldruckpumpe und Regulierzylinder (Servomotor) ein Hartungsches Zentrifugalpendel mit Regulierventil und Rückführung, genau wie früher für das Elektrizitätswerk Bruck a. d. M. beschrieben, hingegen erfolgt hier die Tourenverstellung durch vom Schaltbrett zu bedienende kleine Drehstrommotoren, die, für beide Bewegungsrichtungen eingerichtet, am Arm der Rückführung aufgeschraubt sind und mit Schraubenradantrieb die Spindel betätigen.

Die Verbindung mit dem Drehstromgenerator erfolgt durch eine Lederbandkuppelung. Die Turbinenwelle besitzt kein auf dem Boden sitzendes Lager, sondern nur zwei Konsollager, die am Gehäusedeckel aufgeschraubt sind. Schwungräder sind nicht vorhanden. Die Schwungmasse der Generatoren genügt, im Zusammenhange mit den oben beschriebenen Regulatoren, daß den Anforderungen an die Regulierung der Tourenzahl voll entsprochen wird.

Die Wirksamkeit der Regulatoren soll später noch für einen besonderen Fall besprochen werden.

Das Konsumgebiet des Werkes ist sehr ausgedehnt, weshalb natürlich das Drehstromsystem, und zwar 5000 V Primärspannung und 150 V Konsumspannung, gewählt wurde; die Periodenzahl mit Rücksicht auf die Lichtanschlüsse beträgt 50 in der Sekunde.

Die Drehstrom-Generatoren (Abb. 11) sind Innenpolmaschinen mit gußeisernen Statorn, in welchen sich die aus dünnen Eisenblechsegmenten zusammengesetzten Ankerringe befinden. *)

Der Rotor ist aus Stahlguß mit abschraubbaren Magnetpolen hergestellt. Am vorderen Ende der Welle ist die Erreger-Gleichstrommaschine angebracht. Der Erregerstrom wird mit zwei Schleifringen den Magneten zugeführt.

Die Schaltanlage, welche an der Stirnseite des Maschinenhauses angelegt ist, besitzt drei Abteilungen mit den Apparaten für drei Aggregate. Alle sind auf Marmortafeln montiert und alle Hochspannung führenden Teile im Innenraum untergebracht. Die Schalter der Generatoren

werden von der Schalttafel aus mit Kettenantrieb betätigt. An derselben sind keine Hochspannungen, weil die Strom- und Spannungsmesser an die Sekundärwicklungen und Meßtransformatoren angeschlossen sind, wodurch der Dienst dort ganz gefahrlos ist.

Zum leichten Parallelschalten sind die Spindeln der Rückführungen, bezw. Handeinstellungen der Regulatoren, wie schon erwähnt, mit kleinen Drehstrommotoren versehen.

Von den Sammelschienen zweigen vorläufig zwei Hoch-

spannungsleitungen ab, die teils aus blanker Freileitung, teils aus unterirdisch verlegten verselten Kabeln bestehen und den gewonnenen

Hochspannungsstrom den Konsumgebieten zuführen, wo dieser mittels Transformatoren in den niedergespannten Gebrauchsstrom umgeformt wird.

Der Anschluß der Stadt Brixen beläuft sich auf zirka 7000 installierte Privatlampen, 26 Bogenlampen, 250 Glühlampen für öffentliche Beleuchtung und diverse Motoren.

Im ganzen besteht das jetzige Konsumgebiet der Rienzwerke aus der Stadt Brixen, einem Marktflecken, einem Sommerkurort, acht kleineren Gemeinden, zwei größeren

Bahnhöfen (Brixen, Franzensfeste) und vier kleineren Bahnhöfen, zu welchen $3 \times 45 \text{ km}$ ober- und $3 \times 45 \text{ km}$ unterirdische Stromleitungen notwendig waren, die das Werk dadurch zu dem drittgrößten in Tirol stempeln.

Über den Betrieb äußert sich der Direktor Herr

Ingenieur Louis Bernard in sehr charakteristischer Weise, wie folgt: Es wird hervorgehoben, daß die „Rienzwerke“ als eine Probestation für Turbinenanlagen, die Lichtwerke zu bedienen haben, gelten müssen, da zur Zeit die Hälfte der umfangreichen Fernleitungen oberirdisch führt, und zwar über äußerst welliges Terrain mit großen Temperaturdifferenzen, in welchem Frühjahr, Sommer und Herbst äußerst starke atmosphärische Entladungen, und zwar auch zu Zeiten blauen Himmels stattfinden.

Wir führen an, daß die Zentrale in einer Schlucht liegt, wo stets hohe Temperatur sich findet, von dort führen die Fernleitungen auf stets vom

Winde bestrichene Höhen (Schabs und Rodeneck), und ist dort eine tiefere Temperatur zu verzeichnen als unten. Von der Schabser Höhe führt beispielsweise die Brixener Fernleitung mit rapidem Abfall in den heißen Talkessel von Neustift.

Trotz aller getroffenen Vorsichtsmaßregeln gelangen dennoch kräftige Entladungsstöße in die Maschinen, so daß dieselben mitunter mit einem Ruck stehen bleiben.

Die Turbinen-, bezw. automatischen Regler haben in letzter Zeit noch jedesmal derartige Stöße in verhältnismäßig kurzer Zeit überwunden.

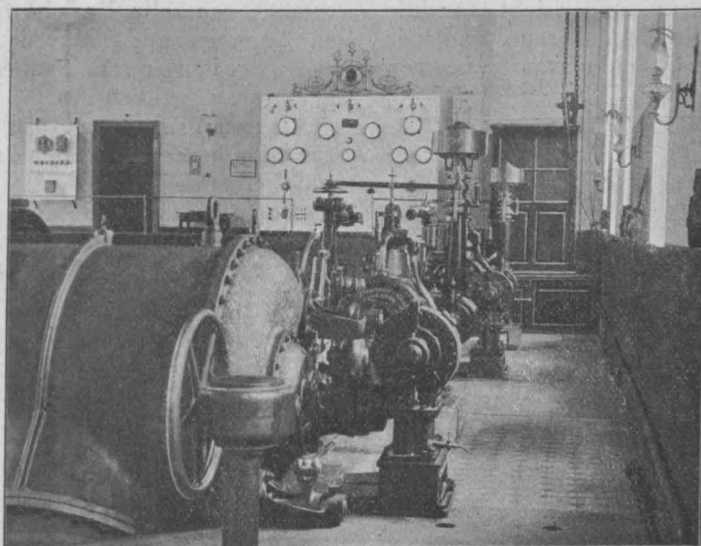


Abb. 10. Geschwindigkeits-Regulatoren.

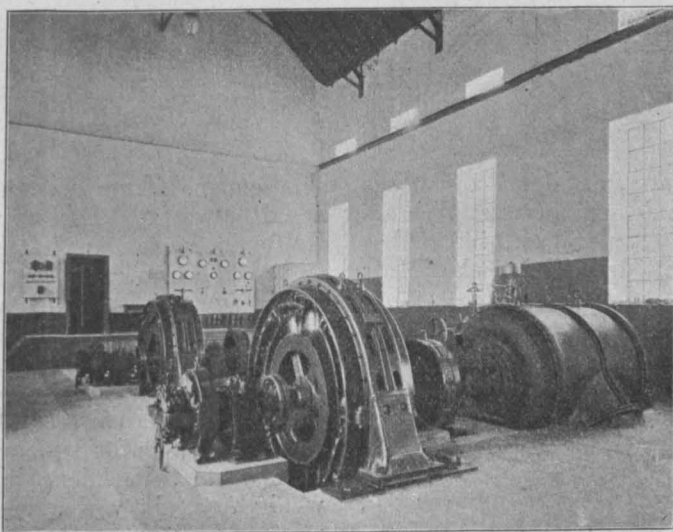


Abb. 11. Generatoren und Turbinen.

*) Sowohl von Seite der Direktion des Elektrizitätswerkes als auch der Siemens-Schuckert-Werke sind dem Verfasser auch Daten für den elektrischen Teil zur Verfügung gestellt worden, von welchen hier unter dem Ausdrucke des Dankes Gebrauch gemacht wird.

Nach den Angaben des Vorgenannten wurden von den Siemens-Schuckert-Werken Blitzschutzvorrichtungen ausgeführt und aufgestellt, welche die vielfachen Betriebseinstellungen, die durch die häufigen Entladungen mit Zerstörung von Leitungsteilen, Transformatoren etc. trotz der bereits vorhandenen Blitzschutzvorrichtungen hervorgerufen wurden, zur vollsten Zufriedenheit beseitigten.

IV. Elektrizitätswerk „Malserheide“.

Das zur Versorgung mit Kraft und Licht für die Gemeinden der Malser Heide, Reschen, Graun und der tiefer liegenden Orte Mals, Glurns, Schluderns u. a. von

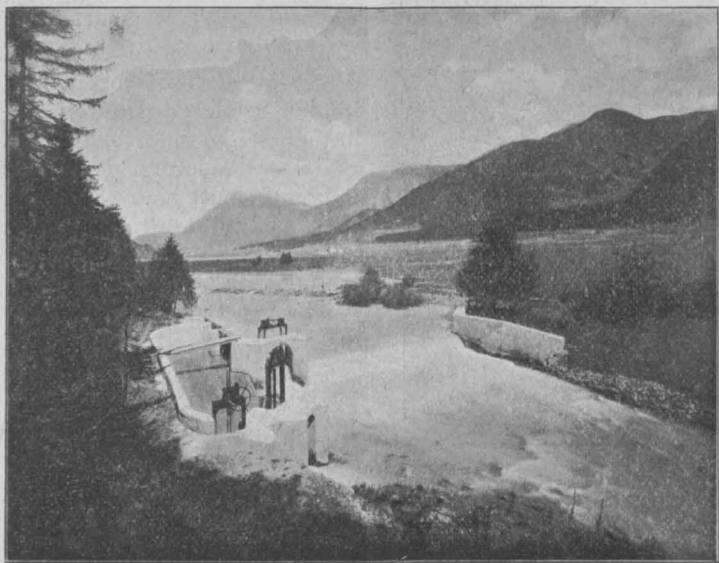


Abb. 1. Wehranlage und Einlauf.

Schnitt A—B.

Die Inbetriebsetzung der „Rienzwerke“ erfolgte ziemlich genau ein Jahr nach der Vergebung der Arbeiten, im Dezember 1903, was bei dem Umfange der Anlage als eine sehr kurze Herstellungszeit bezeichnet werden kann. Bei der durchaus zufriedenstellenden Funktion des Werkes gereicht dieser Umstand gewiß zur Ehre der dabei tätig gewesenen Firmen.

verfaßte generelle Projekt für den Wasserbau wurde nach den Angaben und unter der Leitung des Herrn Inspektor Hohenleitner vom Landeskulturbauamt ausgeführt.

Unterhalb des am Ausflusse des Sees bestehenden für den Taschglwaal (Bewässerungskanal) dienenden Staudammes wurde der in Abb. 1 bis 3 dargestellte Einlauf mit Grundablaß hergestellt und an der steil

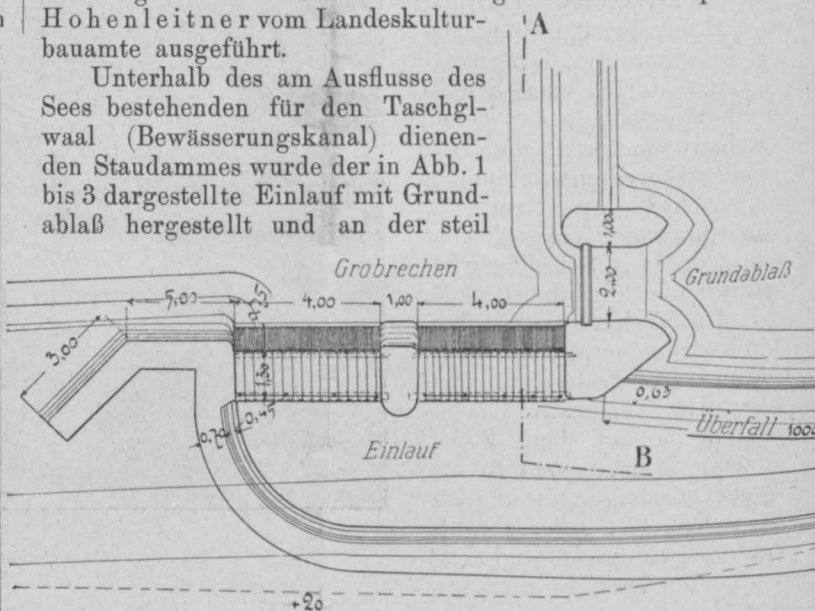


Abb. 2 und 3.
Grundriß und Schnitt von
Einlauf und Grobbrechen.

einem Konsortium dieser Gemeinden und dortiger Bürger im Vereine mit dem Stifte Marienberg gegründete Werk benützt das Gefälle der Etsch unmittelbar nach ihrem Ausflusse aus dem Heidersee, dem untersten der drei Etschseen (Reschen-, Mitter-, Heidersee), dessen normaler Wasserspiegel za. 1463 m über dem Adriatischen Meer liegt.

Das von Herrn Zivil-Ingenieur Wilhelm Fährndrich in Mödling



abfallenden Lehne des Berges za. 700 m lang ein Betonkanal, etwa zur Hälfte in offenen Einschnitten und zur Hälfte in Stollen ausgeführt.

Der Raum für das Wasserschloß wurde durch das Absprengen eines Banketts gewonnen und von selbem eine einzige Rohrleitung zum Maschinenhause geführt (Abb. 4 und 5).

Die Terrainstufe von der Malserheide bis Mals würde mit relativ kurzem Wasserstollen die Ausnützung von bedeutenden Gefällen (3—400 m) gestatten, doch ist die Verzinsung der dafür aufzuwendenden Kapitalien dort kaum zu erwarten, nachdem in diesen hochgelegenen Gegenden wenig Aussicht vorhanden wäre, die gewonnene Kraft vermieten zu können. Es wurde demnach im Jahre 1903 ein Werk bescheidenen Umfanges gebaut, welches auch nicht die Einlösung vielfacher Wasserrechte erforderte und in diesem Rahmen gut prosperiert.

Vom Wasserschloß etwa 100 m schräg zum Flusse gemessen, wurde die Einmündung des Untergrabens in den Fluß angenommen, und ist bis dahin ein Bruttogefälle von 32,6 m vorhanden.

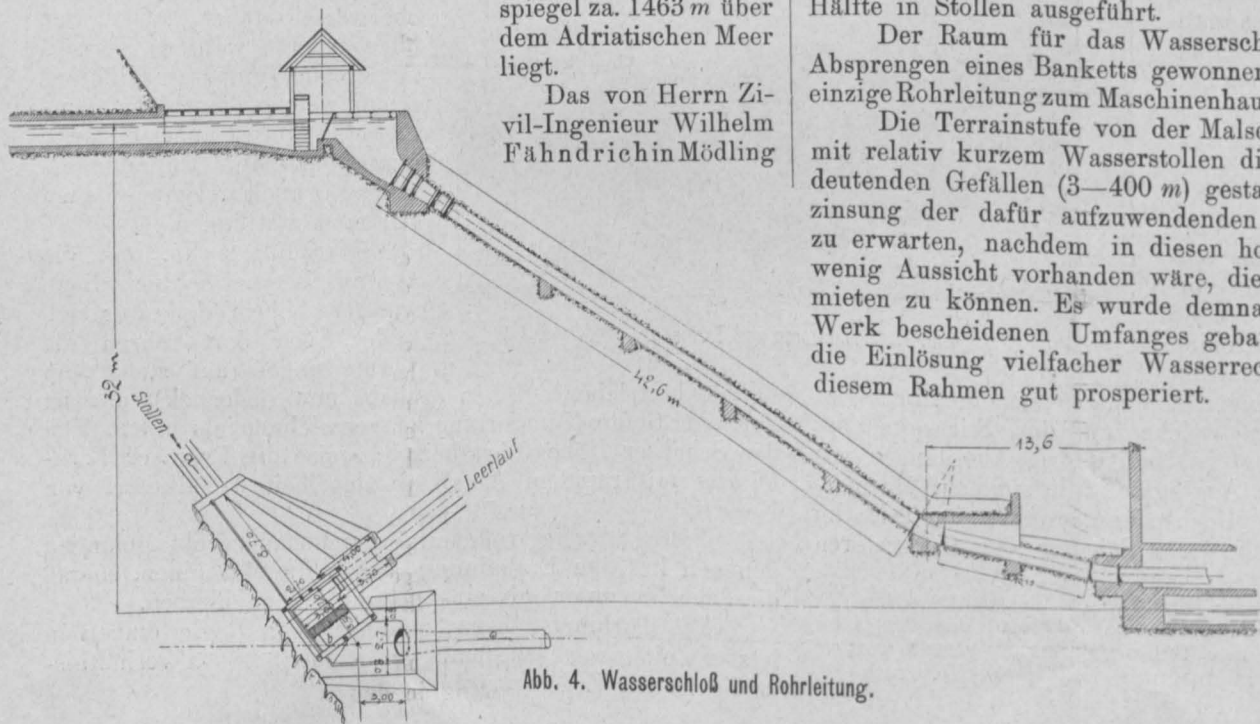


Abb. 4. Wasserschloß und Rohrleitung.

Die für drei Aggregate von je 230 PS benötigte Wassermenge bei 32,2 m Nutzgefälle beträgt za. 2050 l/Sek., somit die Geschwindigkeit in der 1150 mm weiten Rohrleitung 2 m/Sek. Die Turbinen liegen mit der Welle 4,8 m über Unterwasser; es sind Francis-Spiralturbinen, welche mit 600 Umdrehungen per Minute laufen und, wie Abb. 6 bis 8 zeigen, sowohl mit Geschwindigkeits- als auch mit Druckregulierung ausgestattet sind.

Wie aus Abb. 9 bis 11 ersichtlich, ist der Untergraben unter den Turbinen geführt und mit einem Zwischengewölbe versehen, welches einen Unterraum schafft, in dem die Verteilung mit den Stützen und Absperrventilen untergebracht ist.

Die Abmessungen und Verhältnisse der Turbinen sind: 680 l pro Sek., 230 PS,

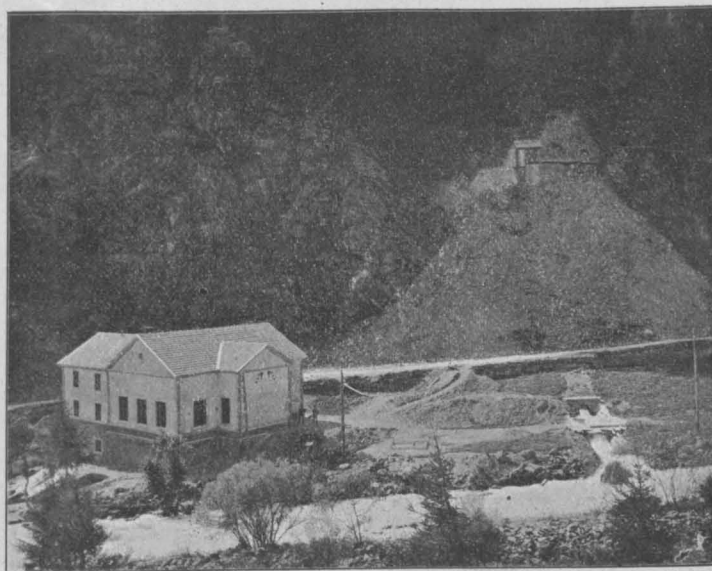


Abb. 5. Wasserschloß und Maschinenhaus.

dem äußeren Lager der Turbinenwelle und dem Dynamolager noch ein Lagerbock vorgesehen, neben welchem ein Schwungrad von za. 1000 kg einerseits und dann anderseits die Bandkupplung angeordnet ist. Die Gesamtdisposition der Rohrleitung und Maschinen-

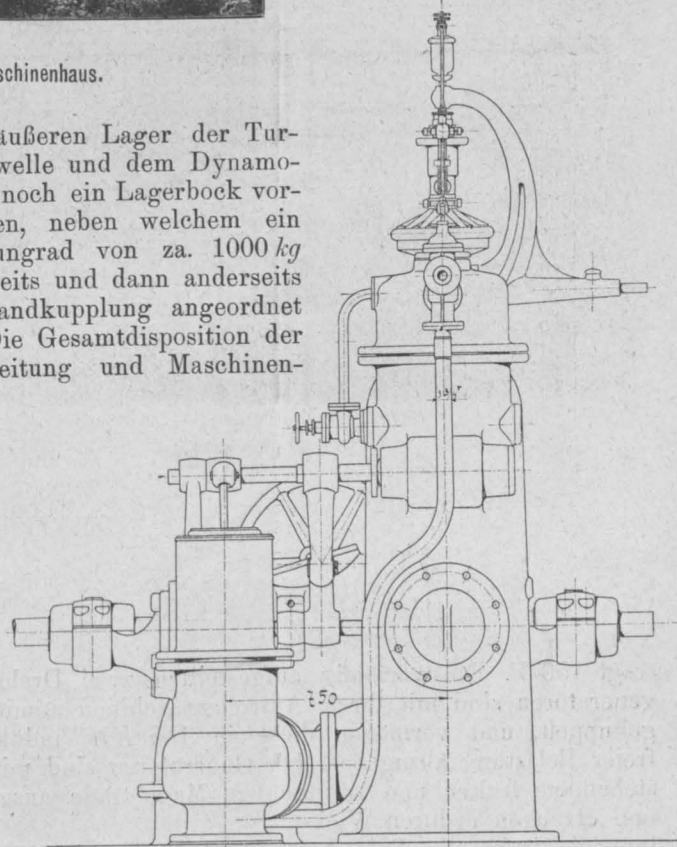
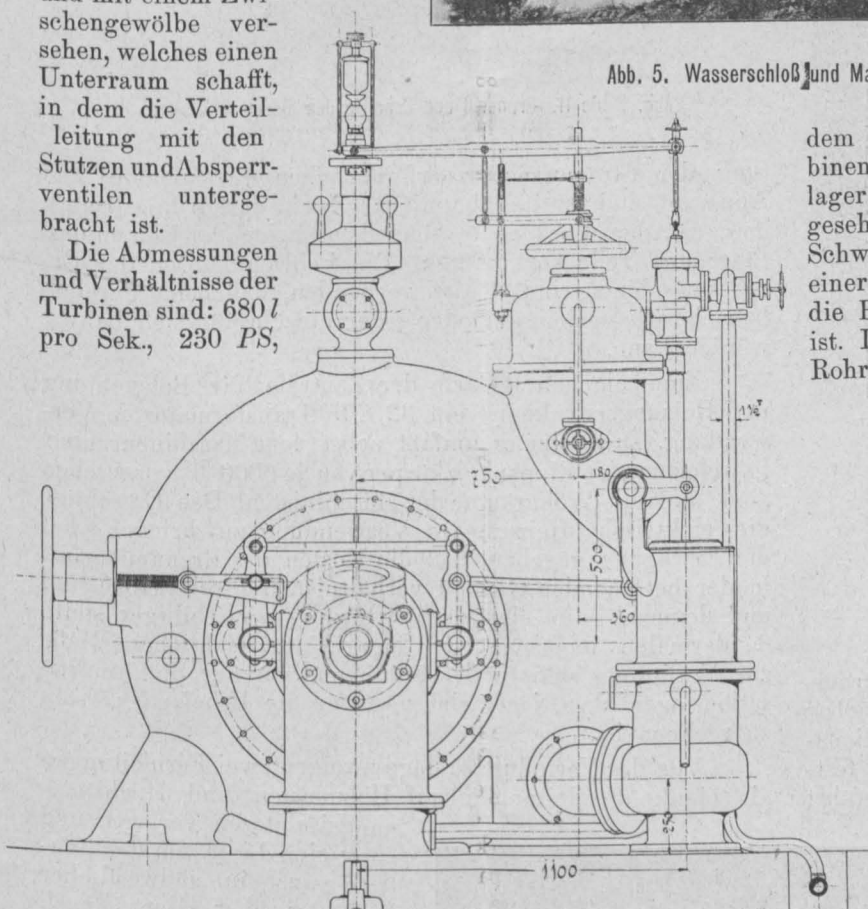


Abb. 6 bis 8. Francisturbine mit Spiralgehäuse.

anlage ist aus den Abb. 4 und 9 bis 12 ersichtlich und ist noch zu bemerken, daß vorläufig nur zwei Aggregate aufgestellt wurden.

Die Ausführung des baulichen Teiles der Anlage wurde vom Komitee des Konsortiums der Bauunternehmung Anton Stecher und Lorenz Wallnöfer in Mals übertragen, während die Vereinigte Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft in Wien die Lieferung und Herstellung der gesamten elektrischen und hydraulisch-mechanischen Einrichtung übernahm und letztere bei der Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston & Co. ausführen ließ.

Von Seite der Vereinigten Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft wurde dem Verfasser über den elektrischen Teil der Anlage nachstehende Beschreibung zur Verfügung gestellt.

Das Verteilnetz der Zentrale ist für Drehstrom mit einer Primärspannung von 5000 V gebaut. Die Gebrauchsspannung in den einzelnen Ortschaften be-

600 Umdrehungen per Minute, mittlerer Spaltdiameter 500 mm, Saugrohranschluß 450 mm, Leitschaufelbreite 90 mm. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt za. 0,63 der Gefällsgeschwindigkeit.

Für die Betätigung des Servomotors der Geschwindigkeitsregulierung und des Steuerventiles der Druckregulierung wird das Betriebswasser benützt.

Die zur Erzielung der gewünschten Regularität im Rotor des Drehstromgenerators vorhandene Schwungmasse ist zu gering, und ist zwischen

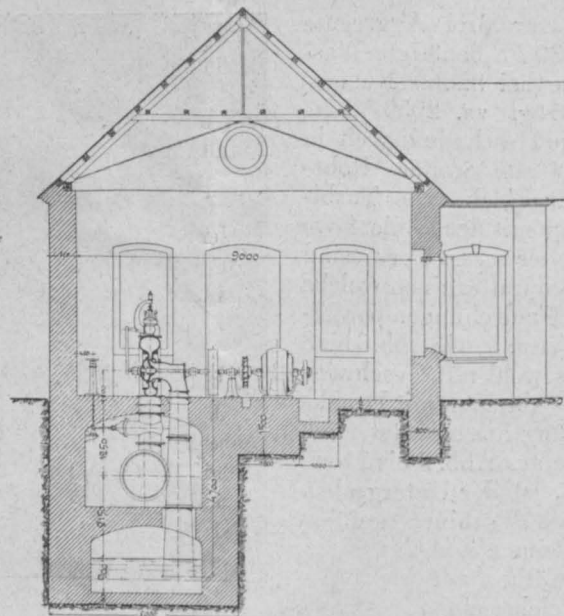
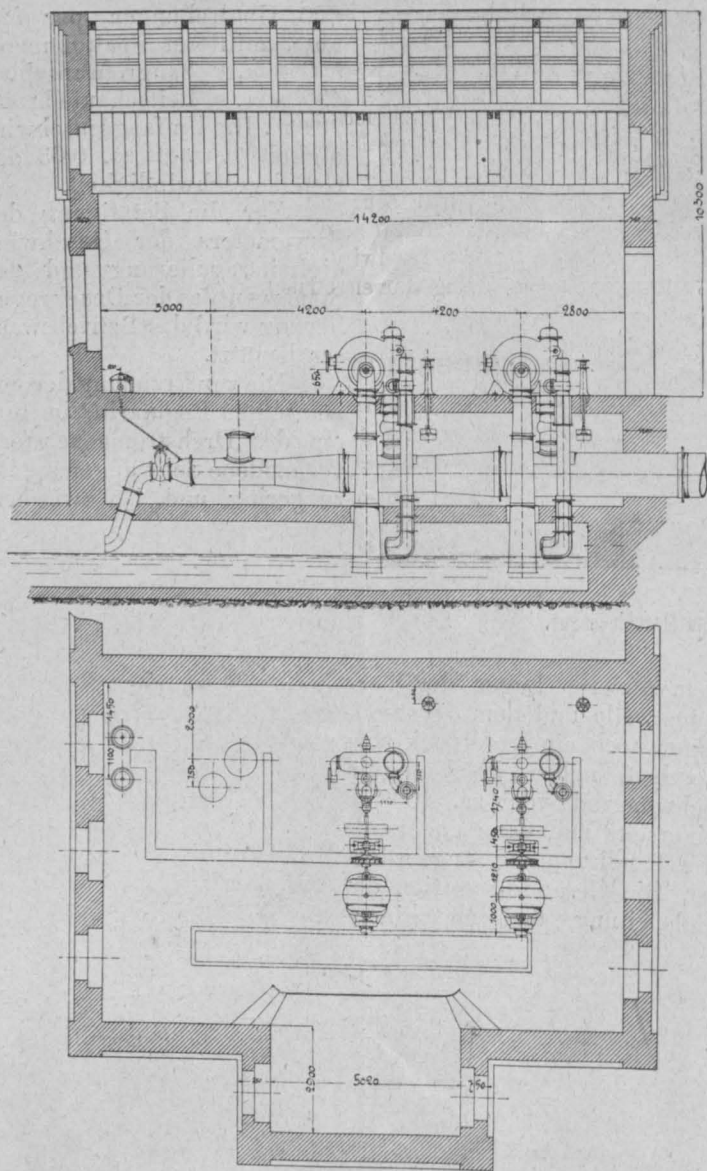


Abb. 9 bis 11. Grundriß und Schnitte des Maschinenhauses.

tung der Stromerzeuger erforderlichen Instrumente und Apparate, und ist dieselbe mit Rücksicht darauf konstruiert, daß an der Vorderseite derselben keine hochspannungsführenden Teile vorkommen. Die Feldregulatoren der Erregermaschinen sind derart verbunden, daß beim Parallelbetriebe alle gemeinsam oder jeder einzeln für sich bewegt werden kann.

Zum eigenen Bedarfe der Zentrale für Beleuchtung und Heizungszwecke ist ein 32 KW Transformator in Verwendung. Die Heizung umfaßt nebst dem Maschinenraume, in welchem vier Rippenheizkörper von je 6000 W vorgesehen sind, auch die Wohnräume der Maschinisten. Den Entschluß, die elektrische Heizung in Verwendung zu bringen, hat die Erwägung gegeben, daß die Kosten des Brennmaterials in der betreffenden Gegend verhältnismäßig sehr große sind und demnach die elektrische Heizung sich billiger stellt, da dermalen unausgenützte Energie in reichlichem Maße zur Verfügung steht und somit eigentlich nur die Amortisationsquote der Neueinrichtung für die Beheizungskosten zu rechnen ist.

Von der Verteilungsanlage zweigen zwei Fernleitungen ab (blanke Freileitungen auf Holzmasten und Hochspannungsisolatoren verlegt), und zwar eine Linie von der Zentrale aus in südwestlicher Richtung über Glurns nach Laas und eine zweite nach Norden längs des Heidersees bis nach Reschen.

Das Fernleitungsnetz hat eine Gesamtlänge von zirka 30 km und versorgt zur Zeit 14 Ortschaften in den Bezirkshauptmannschaften Schluderns und Landeck mit elektrischer Energie.

Das ganze Leitungsnetz ist gegen Blitzschläge und Funkenentladungen durch verschiedene Schutzvorrichtungen gesichert, und mußte diesem Umstande besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da es sich um eine besonders gewitterreiche Gegend

trägt 150 V. Die vorläufig aufgestellten zwei Drehstromgeneratoren sind mit ihren Antriebsmaschinen unmittelbar gekuppelt, und vermögen diese je 155 KW induktionsfreier Belastung abzugeben. Die Generatoren sind mit feststehendem Anker und rotierendem Magnetrad ausgeführt und erzeugen in ihren Wicklungen direkt die Betriebsspannung von 5000 V.

Die Periodenzahl ist 50 per Sekunde. Jede Dynamo besitzt ihre eigene Erregermaschine, welche direkt angebaut ist und für eine Spannung von 60 V und eine Stromstärke von 60 Amp. konstruiert ist. Die Zentrale kann durch ein drittes Maschinenaggregat auf das 1,5fache der jetzigen Leistung erweitert werden.

Der von den Generatoren erzeugte Strom wird mittels unterirdisch verlegter Kabelleitungen der Schaltanlage zugeführt. Die Schalttafel, aus Marmor in Eisengerüst, erhält alle zur Messung und Regulierung sowie Parallelschal-

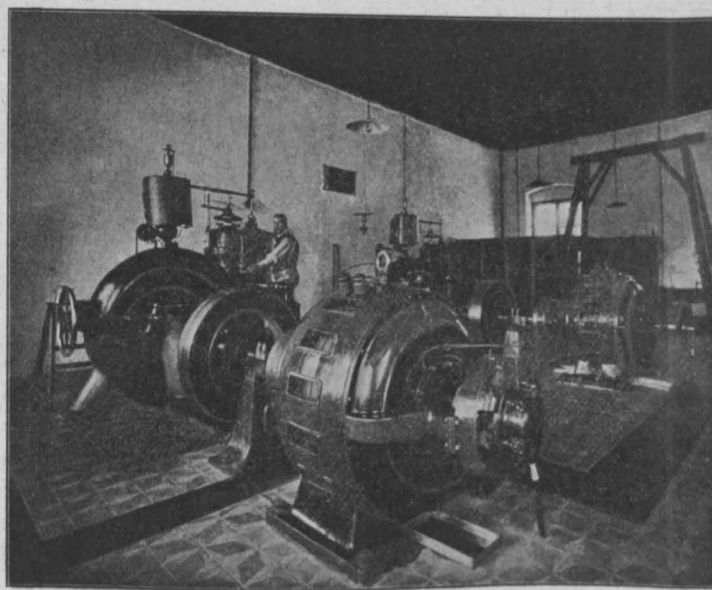


Abb. 12. Inneres des Maschinenhauses.

handelt und die Freileitungen teils durch vollkommen waldfreie Anhöhen führen, wobei Höhendifferenzen von za. 660 m in Betracht kommen.

Die Transformatorenstationen sind vorwiegend in eisernen Transformatorenkästchen mit 8 m hohen Gittermasten untergebracht.

Die Transformierung geschieht für die Lichtnetze von 5000 auf 150 V, und erfolgt die Verteilung des niedrig gespannten Stromes ebenfalls durch blanke Freileitungen. Zur Zeit sind im ganzen 22 Transformatoren aufgestellt,

und zwar mit einer Gesamtleistung von za. 200 KVA. Diese Energie wird fast ausschließlich zu Beleuchtungszwecken ausgenutzt, da Industrie in der besagten Gegend nicht vorhanden ist. Die angeschlossenen Motoren finden nur zum Betriebe landwirtschaftlicher Maschinen Verwendung, und wird die Benützung von Kraft speziell für diese Zwecke dadurch den Konsumenten sehr erleichtert, als die Pferdekraft pro Jahr nur mit K 20 verrechnet wird, ein Betrag, welcher auch sehr kleinen landwirtschaftlichen Betrieben eine ökonomische Verwendung der elektrischen Kraft ermöglicht.

Die Lüftungsanlagen beim Baue der großen Alpentunnels.

Zu dem in den Nummern 32—34 I. J. veröffentlichten Vortrage erhielt die Redaktion die folgenden Schreiben:

„Zu dem in Nr. 32 I. J. der „Zeitschrift“ erschienenen Artikel: „Die Lüftungsanlagen beim Baue der großen Alpentunnels“ von Ingenieur Karl Brabbée seien mir folgende Bemerkungen gestattet:

Zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit der in der Leitung strömenden Luft wurde die Geschwindigkeit in einzelnen Punkten des Rohrquerschnittes gemessen; die erhaltenen Werte wurden dann in Diagramme (Abb. 5—8 des bezogenen Aufsatzes) eingetragen, welche die Geschwindigkeit als Funktion des Radius abzulesen gestatten. Die Verwertung dieser Diagramme zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit geschah in folgender Weise:

v_r die diesem Radius zugeordnete Geschwindigkeit,
 V die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitte,
 v die mittlere Geschwindigkeit im Radialschnitte.

Das in der Zeiteinheit durch ein Flächenelement strömende Volumen ist gleich

$$2 r \pi dr \cdot v_r,$$

und das durch den ganzen Querschnitt fließende Volumen bestimmt sich aus

$$\int_0^R 2 r \pi v_r dr = 2 \pi \int_0^R r v_r dr,$$

demnach

$$V = \frac{2 \pi}{R^2 \pi} \int_0^R r v_r dr$$

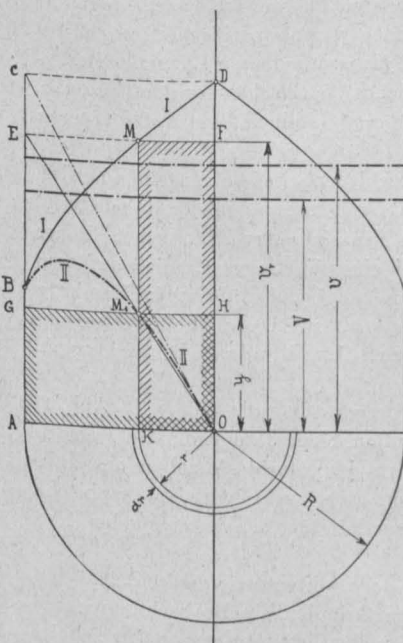


Abb. 1.

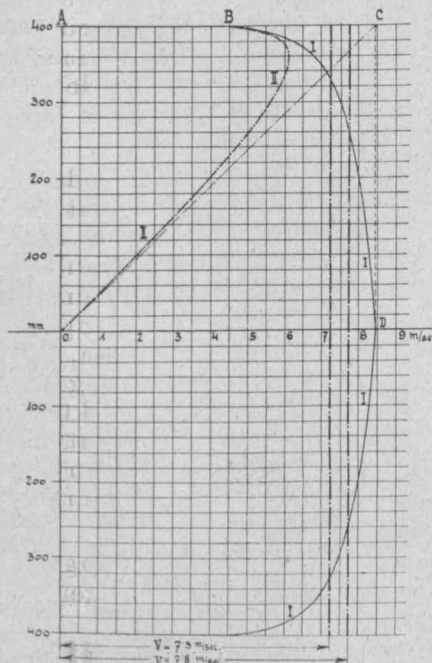


Abb. 2a.

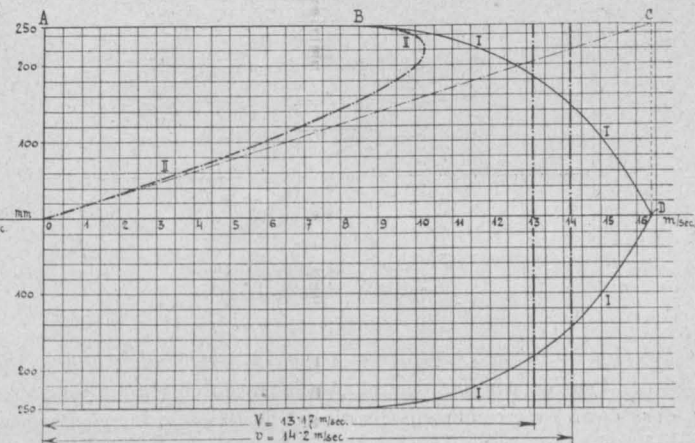


Abb. 2b.

$$V = \frac{2}{R^2} \int_0^R r v_r dr,$$

während sich im angeführten Artikel statt dessen der Wert findet

$$v = \frac{1}{R} \int_0^R v_r dr.$$

Um V bei gegebener Geschwindigkeitsverteilung zu ermitteln, berücksichtigen wir, daß das Produkt $r v_r$ die Fläche des durch Randstraffung (Abb. 1) hervorgehobenen Rechteckes $OFMK$ darstellt. Verwandeln wir dieses Rechteck nach dem bekannten Verfahren zur Konstruktion gleichseitiger Hyperbeln in das flächengleiche Rechteck $OAGH$, mit der Basis R und der Höhe y , so daß

$$r v_r = R y$$

ist, so ergibt sich V aus:

$$V = \frac{2}{R} \int_0^R y dr.$$

Das $\int_0^R y dr$ stellt nun die Fläche jener Kurve dar, welche man erhält, wenn man zu jedem Punkte M des Geschwindigkeitsdiagrammes einen Punkt M_1 konstruiert, dessen Abszisse gleich dem r und dessen

„... es war die von der Kurve III, Geraden III, Abszissen- und Ordinatenachse eingeschlossene Fläche zu planimetrieren und dieselbe in ein flächengleiches Rechteck derselben Basis zu verwandeln, wodurch die gesuchte mittlere Geschwindigkeit (Gerade IV) erhalten wurde (Abb. 5).“

Dieses Verfahren liefert die mittlere Geschwindigkeit in einem Radialschnitte der Leitung, keineswegs aber die gesuchte mittlere Geschwindigkeit bezogen auf den Querschnitt der Leitung. Um diese letztere zu bestimmen, hätte es heißen müssen:

Es ist das Volumen eines Rotationskörpers zu bestimmen, dessen Radialschnitt durch die Kurve III, Gerade III, Abszissen- und Ordinatenachse begrenzt ist; dieses Volumen ist in einen inhaltsgleichen Zylinder zu verwandeln, dessen Basis der Rohrquerschnitt und dessen Höhe die gesuchte mittlere Geschwindigkeit ist.

Es sei mir gestattet, nachstehend ein Verfahren anzugeben, nach welchem die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitte bestimmt werden kann. Es bedeutet (Abb. 1):

R den Radius der Leitung,

r den variablen Radius eines kreisringförmigen Flächenelementes,

Ordinate gleich dem y des Punktes M ist. Auf diese Weise wurde aus der Kurve I die Kurve II (Abb. 1) abgeleitet.

Planimetriert man die unter der Kurve II liegende Fläche $OABO$, so ergibt sich ein Wert

$$F = \int_0^R y dr,$$

und mithin

$$V = \frac{2F}{R}.$$

Wendet man das beschriebene Verfahren auf zwei beliebig dem angeführten Aufsatz entnommene Diagramme an, so erhält man für den ersten Fall (Abb. 2a)

$$\left. \begin{array}{l} v = 7.8 \text{ m/Sek.} \\ V = 7.3 \text{ "} \end{array} \right\} \text{ Abweichung } 6.85\%$$

und für den zweiten Fall (Abb. 2b)

$$\left. \begin{array}{l} v = 14.2 \text{ m/Sek.} \\ V = 13.7 \text{ "} \end{array} \right\} \text{ Abweichung } 7.80\%.$$

In Abb. 2a und 2b sind die zur Bestimmung von V verwendeten Hilfskurven eingetragen.

Wien, am 11. August 1905.

Ing. Dr. J. Urbanek.*

* * *

„Zu diesen Zeilen ist folgendes zu bemerken: Die vorstehende mathematische Auswertung der mittleren Geschwindigkeit im Rohrquerschnitt V durch Dr. Urbanek beruht auf der unrichtigen Annahme, daß die von mir beobachtete Kurve I (Abb. 1 und 2) als Radialschnitt eines Rotationskörpers aufzufassen sei.

Daß dies gar nicht der Fall sein kann, läßt sich wie folgt näher beweisen.

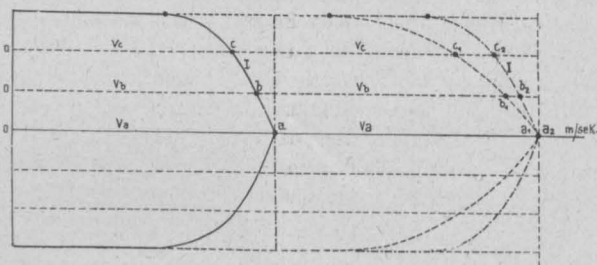


Abb. 3.

Denken wir uns den Längsschnitt durch ein Lüftungsrohr mit der darin verzeichneten Kurve I der Geschwindigkeitsverteilung (Abb. 3) und betrachten wir die Verhältnisse nach Ablauf einer Sekunde. Dann hat sich der Punkt a um v_a , der Punkt b um v_b und der Punkt c um v_c weiterbewegt und die Verbindungslinie der hierdurch erhaltenen Punkte $a_1 b_1 c_1$ würde eine ganz neue Form der Geschwindigkeitsverteilung ergeben. Da dies nicht eintreten kann, sondern der Charakter der Kurve I selbstverständlich aufrecht erhalten bleiben muß, folgt daraus, daß diese Kurve I an der Stelle a_2 nach der Linie $a_2 b_2 c_2$ verlaufen müsse. Mit Ausnahme des Punktes a_2 sind sonach lauter neue Punkte in die Kurve I eingetreten. Daraus folgt, daß die Kurve I nicht im Rohr fortschreitet, d. h. daß sich in ihr kein Beharrungszustand ausbilden könne.

Dasselbe, aber bezüglich der hiedurch bedingten Unregelmäßigkeiten in weit höherem Maße, gilt von dem scheinbaren Rotationskörper, denn es ist bei einer 4 km langen, durch drei Jahre im vollen Betriebe stehenden Tunnelleitung geradezu ausgeschlossen, daß die, in den scheinbaren Rotationskörper fortwährend neu eintretenden Punkte, vorher in allen Radialschnitten den gleichen Einflüssen unterworfen waren, daß sich sonach die Kurve I in allen Radialschnitten (zugehörig einem Querschnitt) gleichmäßig ausbilden könne.

Um diese Überlegung noch deutlicher zu machen, will ich folgendes anführen:

1. Die in den Kurven über die Geschwindigkeitsverteilung auftretenden Buckel*) beweisen, daß gewisse Störungen in der Leitung

*) Siehe Vortrag des Gefertigten in Nr. 32 der „Zeitschrift“, Kurve 1 in Abb. 5.

vorhanden sind, die sich allerdings nicht näher ermitteln lassen, doch ist es zumindest höchst unwahrscheinlich, daß in einem anderen Radialschnitt gleichzeitig genau dieselben Störungen auftreten.

2. Die Längsnietung (und Überlappung), die, wie bekannt, auf die Reibungsverhältnisse einen ziemlich großen Einfluß ausübt, ist von Schuß zu Schuß versetzt, aber stets so angeordnet, daß sie übersichtlich und handlich in der oberen Rohrhälfte liegt. Es wird sonach ein gewisser Teil der, in der oberen Rohrhälfte streichenden Luftfäden stärker verzögert werden, als jene, die der unteren Rohrhälfte angehören.

3. Einen weiteren Einfluß auf die Ausbildung der Geschwindigkeitskurven üben auch die Deformationen der Rohre aus, welche aus natürlichen und leicht einzusehenden Gründen an der oberen Rohrhälfte zahlreicher und größer sind, als an der geschützten, oft in Erdreich verlegten unteren Rohrhälfte.

4. Auch die Undichtigkeit der Flanschen übt einen Einfluß auf die Reibungsverhältnisse aus, indem an solchen Stellen eine Wirbelbildung auftritt, welche die Luftfäden verzögert. Es ist nun im Tunnelbau eine altbekannte Tatsache, daß derartige Undichtigkeiten in der oberen Rohrhälfte viel häufiger sind, als in der unteren, was damit zusammenhängt, daß von oben Schrauben entfernt werden, oder daß die Arbeiter durch Keilen der oberen Flanschenteile Frischluft der Leitung entnehmen. Solche Stellen sind später nicht mehr vollständig nachzudichten.

5. Die der Versuchsstrecke angehörigen Rohre waren in ihrem unteren Teile direkt von den kalten Quellen (50° C) des Wecheinertunnels beeinflusst, während die oben eingesenkten Thermometer stets ungefähr die Tunneltemperatur zeigten. Demnach ist das spezifische Gewicht der unten streichenden Luft größer als jenes der oberen Luftteile. Bezüglich des Reibungsverlustes, auf gleiches spezifisches Gewicht bezogen, entspricht dieser Tatsache eine höhere Geschwindigkeit der unteren Luftfäden.

Die weitere Folge dieser Verschiedenheiten in einzelnen Radialschnitten ist das Auftreten einer Wellenbewegung in der Rohrleitung, welche Erscheinung ich auch mit Hilfe einer Art Pitotschen Röhre erkennen konnte. Ich hatte anlässlich eines Vortrages, den ich auf dem V. Internationalen Kongresse für Heizung und Lüftung in Hamburg (Juli 1905) gehalten habe, Gelegenheit, auf diese Wellenbewegung hinzuweisen und fand viele, die auf Grund anderer Beobachtungen gleicher Meinung waren.*)

Aus all dem Gesagten geht hervor, daß die Kurve I (Abb. 1) niemals als Radialschnitt eines Rotationskörpers angenommen werden könne, daß somit die von Dr. Urbanek gemachte Annahme unrichtig ist und daß die von ihm angegebene, sonst sehr hübsche, graphische Ausmittlung des bezüglichen Integrales für den vorliegenden Fall völlig wertlos erscheint.

Ich will nun den Gegenstand noch weiter verfolgen und zunächst die Frage beantworten, aus welchen Gründen die Beobachtungen auf einen Radialschnitt beschränkt und nicht über den ganzen Querschnitt ausgedehnt wurden.

- a) Weil die Herstellung von Anemometern mit einer freitragenden Welle von ca. 1 m Länge aus konstruktiven Gründen kaum möglich war,
- b) weil das Schwingen dieser Welle die Beobachtungen unbrauchbar gemacht hätte,
- c) weil sich für jeden schiefen Radialschnitt die Anemometerkonstanten ändern.

Es blieb daher gar nichts anderes übrig, als die Untersuchungen so durchzuführen, wie dies tatsächlich geschehen ist, und hiedurch den Zusammenhang zwischen der mittleren Geschwindigkeit im oberen Vertikalschnitt v und einem beobachteten Druckhöhenverlust zu suchen.

Die nächste Aufgabe muß nun die sein, aus dieser Größe v die mittlere Geschwindigkeit im ganzen Querschnitt V zu ermitteln. Dies aber wird erst dann gelingen, bis es möglich sein wird, die Kurve I

*) Es ist hier vielleicht notwendig zu bemerken, daß die Geschwindigkeitskurven in Abb. 5, 6, 7 und 8 meines früher erwähnten Aufsatzes lediglich Aufnahmen im oberen Vertikalschnitt sind, wie ja aus den eingetragenen Punkten ersichtlich ist. Die unteren Kurventeile sind einfach mit dem Pauspapier übertragen und nur aus dem Grunde überhaupt eingezeichnet worden, um die charakteristische Form der, hier zum erstenmal in der Literatur auftretenden Kurven zum Ausdruck zu bringen.

(Abb. 1, 2, 3) durch ihre Gleichung festzulegen, d. h. jene ideelle Linie zu finden, die dann mit Berechtigung als Radialschnitt eines fiktiven Rotationskörpers aufgefaßt werden kann. So lange aber diese Methode nicht gefunden ist, wird es wohl keinen anderen Weg geben als jenen, den ich eingeschlagen habe, indem ich diese nicht zu ermittelnde Größe V durch die beobachtete mittlere Geschwindigkeit im oberen Radialschnitte v ersetze.

Um nun über den Einflußwert dieser Näherung klar zu werden, ist zu bedenken, daß

1. durch die Substitution die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitte V zu groß wird, aber daß

2. die sie ersetzende Größe v , laut der früher angeführten Punkte 2, 3, 4 und 5 zu klein ist,

daß somit diese Substitution zwei einander entgegenlaufende Näherungswerte benützt und der Wahrheit nahe kommen muß.

Auf keinen Fall aber werden sich so bedeutende Unterschiede ergeben, wie sie Dr. Urbanek auf Grund seiner unrichtigen Annahme berechnet, und ich füge ausdrücklich bei, daß die genaue Beurteilung obiger Näherung erst dann möglich sein wird, wenn die früher erwähnte mathematische Feststellung der Geschwindigkeitskurve gefunden ist, eine Aufgabe, deren Lösung nicht vom Schreibtisch aus, sondern nur auf Grund weiterer mühsamer Versuche denkbar ist.

Mir aber brachte der V. Internationale Kongreß für Heizung und Lüftung in Hamburg die Überzeugung, daß die von mir angewandte Näherung richtig ist, indem Geheimrat Prof. Rietschel als Resultat langwieriger genauer Versuche Werte für den Luftreibungskoeffizienten aufstellte, die mit den von mir berechneten, übereinstimmen.*)

Zum Schlusse will ich noch bemerken, daß das Verfahren von Dr. Urbanek, da es auf unrichtigen Annahmen beruht, auch fehlerhafte Schlußwerte ergeben muß, und zwar:

1. Nach seiner Berechnungsmethode würde sich ein Luftreibungskoeffizient ergeben, der um za. 14% größer ist, als der von mir festgestellte Wert, dessen Richtigkeit die Untersuchungen von Geheimrat Prof. Rietschel bestätigten. (Um ganz genau zu sein, möge erwähnt werden, daß meine Werte sogar ein wenig größer sind.)

2. Die nach der Berechnungsweise von Dr. Urbanek sich ergebenden Differenzen, nehmen mit wachsender Geschwindigkeit zu. Da nun der Reibungskoeffizient nach meinen Studien konstant ist, würde daraus folgen, daß dieser Koeffizient mit zunehmender Geschwindigkeit wachsen würde, eine Erkenntnis, die durch sämtliche, bisherige Untersuchungen auf diesem Gebiete widerlegt wird.

Wien, am 29. August 1905.

Ing. Karl Brabbée.

Vermischtes.

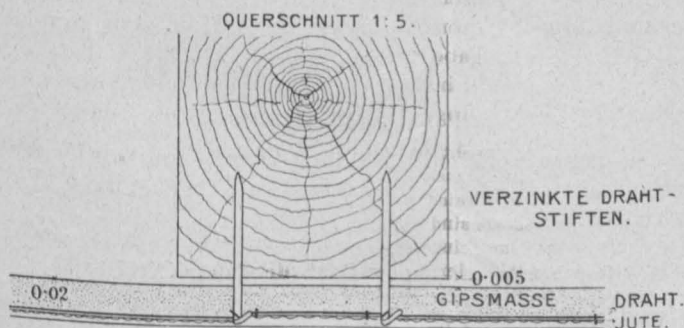
Personal-Nachrichten.

Der Kaiser hat verliehen in Anerkennung verdienstvoller Leistungen beim Baue der Eisenbahnlinie Lemberg—Sambor—galizisch-ungarische Grenze den Orden der eisernen Krone dritter Klasse Herrn Hofrat Stanislaus Ritter v. Kosinski-Rawicz und das goldene Verdienstkreuz mit der Krone Herrn Bau-Oberkommissär Alfred Jędrkiewicz, dann anlässlich seiner Versetzung in den bleibenden Ruhestand Herrn Dr. Anton Schell, o. ö. Professor der Technischen Hochschule in Wien, den Titel Hofrat, ferner ernannt Herrn Eduard Doležal, o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben, zum o. ö. Professor der Technischen Hochschule in Wien, und der Wiederwahl des Herrn Ober-Baurat Dr. Josef Hlavka zum Präsidenten der böhmischen Kaiser Franz Joseph-Akademie der Wissenschaften, Literatur und Kunst in Prag, für die statutenmäßige Funktionsdauer von drei Jahren die Allerhöchste Bestätigung erteilt.

Technischer Klub in Sarajewo. Der Klubleitung gehören derzeit an die Herren Ober-Baurat M. Rauch als Obmann, Architekt R. Tönnies als Obmann-Stellvertreter, Ober-Ingenieur K. Srp als Schriftführer, Direktor H. Hoffmann als Kassier, Ingenieur-Adjunkt H. Keintzel als Archivar, Ober-Ingenieur J. Gärtner, Ober-Verwalter V. C. Huber, k. u. k. Hauptmann F. Langthaler, Kustos Dr. K. Patsch und Baurat E. Rada.

Magistrats-Verordnung.

Vom Wiener Magistrat wurde auf Grund des Ansuchens der Firma Wm. Schückher in Wien die Verwendung der von dieser vorgeschlagenen Deckenschalung aus Gips und Schlacke, welche am Baue selbst an Stelle der Holzschalung, Beröhrung und Stukkaturung auf einem mit Eisendrähten verstärkten Jutegewebe aufgebracht wird, auf Grund des Gutachtens des Stadtbauamtes bei Hochbauten in Wien bedingungsweise als zulässig erklärt.



Wie in der Abbildung ersichtlich ist, wird die vorgeschlagene Deckenschalung in der Weise hergestellt, daß vorerst unter den Deckenträmen, an diesen mit entsprechend langen verzinkten Drahtstiften befestigt, ein mit Eisendrähten verstärktes grobes Jutegewebe gespannt wird, auf welches eine Schicht aus mit Schlacke gemengtem Gips aufgebracht wird, welche nach Erhärtung eine zusammenhängende Platte bildet. Die Unterfläche des Jutegewebes wird mit Mörtelverputz versehen. Gegenüber der Schalung mit fertigen Gipsplatten unterscheidet sich die vorstehende Schalung nur durch deren Herstellung am Baue selbst. Das Jutegewebe hat einzig und allein die Aufgabe, die Gipsmasse zu tragen bis dieselbe erhärtet ist. Die Bedingungen liegen in der Vereinskasse zur Einsichtnahme auf.

Offene Stellen.

74. Bei den agrarischen Operationen in Niederösterreich gelangen einige Assistentenstellen zur Besetzung. Bewerber müssen österreichische Staatsbürger sein und den Geometerkurs einer Technischen Hochschule oder die Hochschule für Bodenkultur absolviert haben. Gesuche, mit den erforderlichen Dokumenten belegt, sind bis 20. Oktober l. J. bei der k. k. Landeskommission für agrarische Operationen in Niederösterreich, Wien, I Bräunerstraße 4—6, einzureichen.

75. An der k. k. höheren Staatsgewerbeschule in Hohenstadt gelangt im Schuljahre 1905/1906 eine Assistentenstelle für mechanisch-technische Fächer zur Besetzung. Die Bestellung erfolgt vorläufig auf zwei Jahre mit einer Jahresremuneration von K 1200. Gesuche, mit den erforderlichen Dokumenten belegt, sind bis 25. Oktober l. J. bei der Anstaltsdirektion einzureichen.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Für den Um-, bzw. Neubau der Hauptunratskanäle auf dem äußeren Neubaugürtel, in der Löhrgasse, Goldschlagstraße, Beingasse und Hütteldorferstraße im XV. Bezirke gelangen die erforderlichen Erd- und Baumeisterarbeiten einschließlich Lieferung der hydraulischen Bindemittel im veranschlagten Kostenbetrage von K 79.255-33 im Offertwege zur Vergebung. Die Offertverhandlung findet am 7. Oktober l. J., vormittags 10 Uhr, beim Magistrat Wien statt. Vadium 5%.

2. Das Gemeindeamt Gleimen (Böhmen) vergibt im Offertwege die erforderlichen Straßenbauarbeiten für die 280 m lange Teilstrecke der Straße nach Prosseln. Anbote sind bis 8. Oktober l. J., mittags 12 Uhr, beim dortigen Gemeindeamte einzureichen. Vadium 10%.

3. Wegen Vergebung der Demolierung der städtischen Häuser XII Schönbrunnerstraße 134c und 136 findet am 10. Oktober l. J., vormittags 11 Uhr, beim Magistrat Wien eine öffentliche schriftliche Offertverhandlung statt.

*) Siehe Nr. 30 der „Zeitschrift“: „V. Internationaler Kongreß für Heizung und Lüftung in Hamburg“ (Juli 1905)

4. Vergebung der erforderlichen Arbeiten und Lieferungen für den Bau der neuen röm.-kath. Kirche in Karlstadt im veranschlagten Kostenbetrage von K 132.881-15. Angebote sind bis 12. Oktober 1. J., vormittags 10 Uhr, beim Stadtmagistrate einzureichen, bei welchem auch Pläne, Kostenanschläge und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium 5%.

5. Der Bezirksstraßenausschuß Oderberg vergibt für den Bau der Bezirksstraße Polnisch-Ostrau—Wasserreservoir nachbenannte Arbeiten: a) Erd- und Felsarbeiten (Betonrohrkanal von 526 m Länge); b) Kunstbauten (15 Durchlässe von zusammen 134 m Länge und Überfahrtsbrücken aus Betonröhren); c) Fahrbahnerstellung (13.050 m² Steingrundlage, 1705 m³ Eisenschlacken-, bezw. Grubensteinschlagelschotter und Walzung der Fahrbahn); d) Nebenarbeiten (460 m² Grabensohlenpflaster, 1160 m² Rinnsalpflaster, 1100 m Zaumumstellung, 30 m eiserne Geländer und 52 Stück Radabweiser). Angebote sind bis 13. Oktober 1. J., vormittags 10 Uhr, beim Bezirksstraßenausschuß Oderberg einzureichen, bei welchem auch Baupläne und Bedingungen eingesehen werden können.

6. Wegen Vergebung des Baues eines Mannschaftsgebäudes der Gestütsdepotkaserne in Versez im veranschlagten Kostenbetrage von K 114.015-61 findet am 14. Oktober 1. J., vormittags 10 Uhr, beim dortigen Stadtmagistrate eine Offertverhandlung statt. Pläne, Kostenanschläge und Baubedingungen können beim städtischen Ingenieuramte eingesehen werden. Vadium 5%.

7. Das k. u. Ministerium des Innern vergibt im Offertwege den Bau eines staatlichen Kindersydes in Budapest. Angebote sind bis 14. Oktober 1. J., mittags 12 Uhr, beim Hilfsämterdirektor des genannten Ministeriums einzureichen. Pläne und Bedingungen können bei der Bauleitung des staatlichen Kindersydes (VIII József-körut 31) eingesehen werden. Vadium 5%.

8. Die k. k. Staatsbahndirektion Linz vergibt im Offertwege die Lieferung und Montierung des eisernen Dachstuhles samt Torständern für eine halbrunde Lokomotivremise in der Station Attnang-Puchheim. Das gerechnete Gesamtgewicht beträgt 112.824 kg. Angebote

sind bis 15. Oktober 1. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch die bezüglichen Projektspläne und Bedingungen eingesehen werden können.

9. Für den Schulbau im X. Bezirke, Arthaberplatz, gelangt die Lieferung von Dauerbrandöfen im veranschlagten Kostenbetrage von K 16.000 und die Herstellung eines Einfriedungsgitters im Kostenbetrage von rund K 700 im Offertwege zur Vergebung. Angebote sind bis 17. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, beim Magistrate Wien einzubringen. Vadium 5%.

10. Anlässlich des Baues des Zentral-Pferdeschlachthauses im X. Bezirke gelangen nachstehende Arbeiten und Lieferungen im Offertwege zur Vergebung: a) Erd- und Baumeisterarbeiten im veranschlagten Kostenbetrage von K 283.446-42; b) Lieferung der hydraulischen Bindemittel im Kostenbetrage von K 40.446-50; c) Steinmetzarbeiten im Kostenbetrage von K 20.143-34; d) Zimmermannsarbeiten im Kostenbetrage von K 11.727; e) Spenglerarbeiten im Kostenbetrage von K 7450-79; f) Massivgewölbe und Betonbalkendecken im Kostenbetrage von K 92.289-20; g) Traversenlieferung im Kostenbetrage von K 26.729-98; h) Eisenkonstruktionsarbeiten im Kostenbetrage von K 38.616-76; i) Bautischlerarbeiten im Kostenbetrage von K 7263-75; k) Schlosserarbeiten im Kostenbetrage von K 53.210-52; l) Anstreicherarbeiten im Kostenbetrage von K 7310-32; m) Tonwarenlieferung im Kostenbetrage von K 10.656-95; n) Betonpflasterung im Kostenbetrage von K 20.944-80; o) Granitsteinpflasterung im Kostenbetrage von K 9898-52; p) Brunnenmeisterarbeiten im Kostenbetrage von K 5250; q) Asphaltierarbeiten im Kostenbetrage von K 12.084-60; r) Möbeltischlerarbeiten im Kostenbetrage von K 3532-30; s) Wasserleitungsarbeiten im Kostenbetrage von K 8820-83; t) Installation für die elektrische Beleuchtung im Kostenbetrage von K 12.280-40 und u) Schriftgießerarbeiten im Kostenbetrage von K 2152-83. Die Offertverhandlung findet am 8. November 1. J., vormittags 10 Uhr, in der Volkshalle im neuen Wiener Rathause statt. Die Offertunterlagen liegen beim Stadtbauamte zur Einsicht auf. Vadium 5%.

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

Z. 491 v. 1905.

XIII. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Hiemit erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, daß nach § 6, Punkt c 1, der Satzungen die Mitgliedsbeiträge für das IV. Quartal 1905 am 1. Oktober fällig werden.

Zur Erleichterung unserer Geschäftsführung beehre ich mich, die Herren Vereinskollegen zur möglichst baldigen Entrichtung der Beiträge höflichst einzuladen.

Der Jahresbeitrag für in Wien wohnende Mitglieder beträgt K 32, für außerhalb Wien wohnende K 24.

Gleichzeitig erlaube ich mir, die Herren Vereinskollegen einzuladen, von den Bestimmungen, betreffend die Ablösung des Mitgliedsbeitrages, Gebrauch zu machen, welche lauten:

Mitglieder	Vereinsangehörigkeit		
	weniger als 25 Jahre (der 15fache Mitgliedsbeitrag)	25 bis 30 Jahre (der 10fache Mitgliedsbeitrag)	mehr als 30 Jahre (der 7½fache Mitgliedsbeitrag)
in Wien wohnend	K 480 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 320 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 240 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 30
außerhalb Wien wohnend	K 360 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 240 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 180 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 30

Wien, 19. September 1905.

Der Vereins-Vorsteher:
Gerstel.

Z. 503 v. 1905.

XIV. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Laut Beschluß des Verwaltungsrates wird die kommende Vereins-Session Samstag den 4. November 1. J. eröffnet.

Die Versammlungen beginnen wie bisher um 7 Uhr abends.

Wien, 29. September 1905.

Der Vereinsvorsteher:
Gerstel.

Verzeichnis der Vortragsabende:

Samstag den 4. November 1905.

Vortrag des Herrn Baurat Wolfgang Freih. v. Ferstel:
„Internationale Ziele der elektrischen Vollbahntraktion“.

Eigentum und Verlag des Vereines. — Verantwortlicher Redakteur: Konstantin Freih. v. Popp. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

Samstag den 11. November 1905.

Diskussion über die neuen Hafenbauten von Triest.

Samstag den 18. November 1905.

Vortrag des Herrn Oberkommissär Max Singer: „Die Tauernbahn“.

Samstag den 25. November 1905.

Vortrag des Herrn Inspektor Dozent Vincenz Pollack:
„Erfahrungen über den Lawinenverbau in Österreich“.

Samstag den 2. Dezember 1905.

Vortrag des Herrn Hauptmann Anton Schindler:
„Die Weltausstellung in Lüttich 1905“.

Samstag den 9. Dezember 1905.

Vortrag des Herrn Regierungsrat Prof. Dr. E. Schwiedland: „Wirtschaftliche Wandlungen“.

Samstag den 16. Dezember 1905.

Name des Vortragenden und Gegenstand des Vortrages werden später bekannt gegeben werden.

Samstag den 23. Dezember 1905.

Vortrag des Herrn Geheim. Regierungsrat Professor Dr. Alois Riedler: „Über Schiffshebewerke“.

Samstag den 30. Dezember 1905

und Samstag den 6. Jänner 1906 (Heil. 3 Könige)
findet keine Versammlung statt.

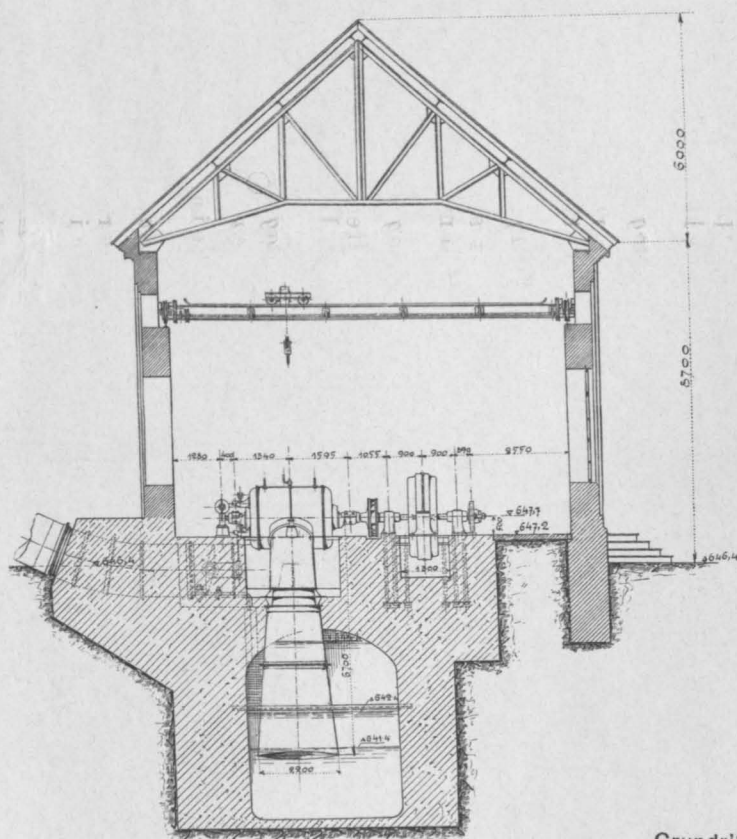
Samstag den 13. Jänner 1906.

Vortrag des Herrn Maschinen-Oberkommissär Dr. Anton Hruschka: „Betrieb auf elektrischen Vollbahnen“.

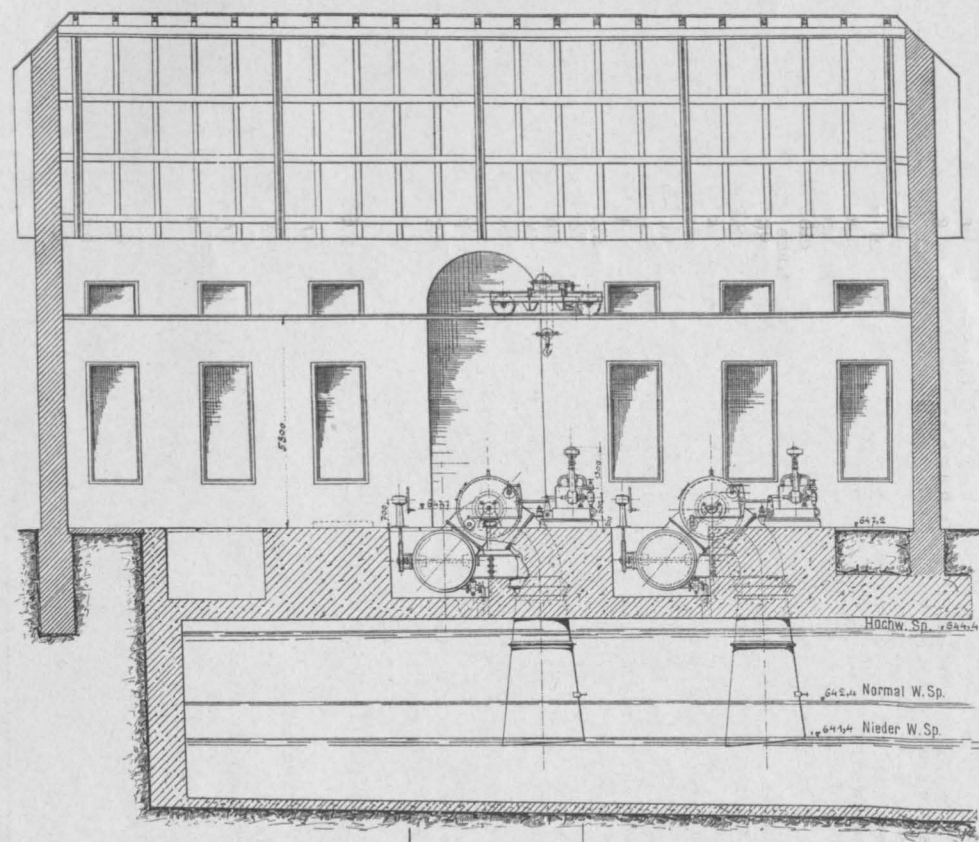
Der heutigen Nummer liegt die Tafel XXIII bei.

GUSTAV WITZ: „Rienzwerke“, Elektrizitätswerk der Stadt Brixen.

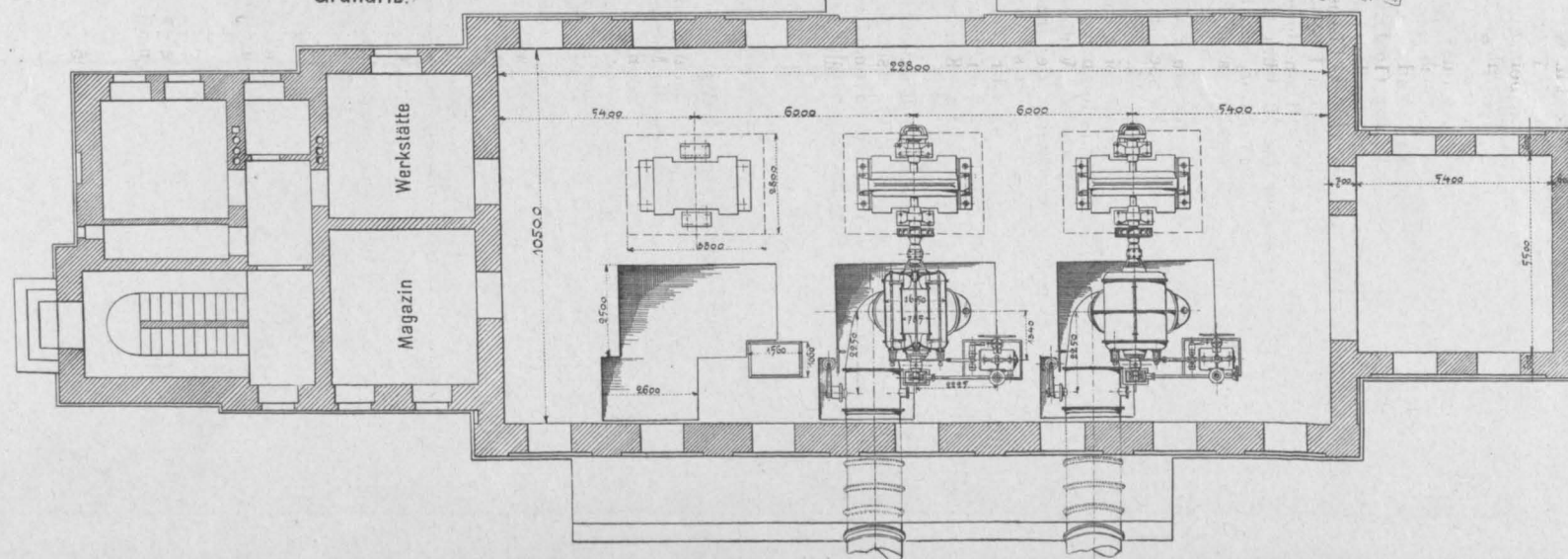
Querschnitt.



Längenschnitt.



Grundriß.



Maßstab 1 : 200

ZEITSCHRIFT

DES

ÖSTERREICHISCHEN

INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

Nr. 41.

Wien, Freitag, den 13. Oktober 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Über die Ausgestaltung des Hafens von Triest nach dem Projekte 1903.

Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 29. April 1905 von k. ung. techn. Rat Nándor Nádory.

Am 10. und 11. Februar 1903 sind in dem Triester Tagblatt „Il Piccolo“ zwei Aufsätze mit Zeichnungen über die neue Ausgestaltung des Hafens von Triest erschienen. Laut diesen sollen — abgesehen von den vom Molo San Carlo bis zum Leuchtturm projektierten kleineren Arbeiten — in der Lokalität St. Andrea vom Leuchtturm bis zum Lloydarsenal große Plateauanschlüttungen hergestellt und von diesen abzweigend drei Moli von riesigen Dimensionen erbaut werden und in einer gewissen Entfernung von diesen in drei Sektionen ein Wellenbrecher, welcher beinahe die ganze Bucht von Muggia gegen die offene See hin absperrern würde.

Mich befremdete einigermaßen die eigentümliche, zur Uferrichtung schiefe Lage der Moli und die große Entfernung der Diga von diesen Moli.

Da jedoch diese Beschreibung für das große Publikum bestimmt war, mußte ich annehmen, daß in dieser die nur Technikern und Nautikern verständliche wissenschaftliche Begründung der oben erwähnten eigentümlichen Anordnungen nicht enthalten sein konnte, diese Anordnungen jedoch in allen Details vollkommen begründet sein müssen. Ich mußte dies umsomehr annehmen, da es ja in dem erwähnten Aufsätze ganz ausdrücklich behauptet wird. Darin heißt es nämlich: „Die neuen Projekte sind — außer von dem Bericht über die in dieser Angelegenheit gepflogenen amtlichen Verhandlungen und von einer Denkschrift des Direktors der „Magazini generali“ auch noch — von einem umfassenden Exposé begleitet, in welchem alle nautischen, kommerziellen und technischen Gründe entwickelt wurden, welchen die neuen Werke entsprechen müssen.“

Einige Zeit später stellte unser Verein eine Beschreibung — also eine fachgemäße Abhandlung — dieses Projektes in Aussicht. Dieselbe ist nun in der Nr. 46 unserer „Zeitschrift“, Jahrgang 1904, begleitet von einer Anzahl interessanter Details erschienen. In derselben wird auch die Örtlichkeit St. Andrea für die neuen Hafenanlagen als eine den gegebenen Verhältnissen entsprechende, nautisch, technisch und kommerziell günstig gelegene Örtlichkeit bezeichnet. Ich muß es jedoch offen gestehen, daß mir der eigentliche Grund sowohl für die schiefe Lage der Moli als auch für die große Entfernung der Diga von den Moli auch jetzt noch unergründlich ist, und da mir die Durchlesung dieser Abhandlung obige Bedenken nicht nur nicht zerstreute, sondern im Gegenteil betreffs der Ausführung der Bauobjekte sogar noch ein drittes Bedenken erweckte, wünsche ich dieselben hier näher zu erörtern. Ich will mich hier ausschließlich nur auf obige drei Punkte beschränken, d. h. auf jene wenigen Linien, durch welche in der dem Aufsätze beigegebenen Planskizze die drei Uferstrecken, die drei Moli und die drei Wellenbrecher bezeichnet sind, und habe somit über alles andere in dem Aufsätze, als: Magazine, Hangars, maschinelle Einrichtungen, Bahnanlagen u. s. w. nichts zu bemerken.

Ich kann aber nicht umhin, betreffs der Hafeneinrichtungen denn doch eine Bemerkung zu machen.

Es ist auffallend, daß in dem so großartig angelegten Projekt nicht gleichzeitig auch für die Erbauung von Trockendocks vorgesorgt wurde.

Nach dem „Lloyd's Register of Shipping in London“ besitzt England 315 Trockendocks, wovon auf London allein 31 entfallen. Frankreich besitzt 59, u. s. w. Triest besitzt bekanntlich nur zwei Trockendocks; beide jedoch (das im Lloydarsenal und das in St. Rocco) sind für moderne Schiffe sowohl ihrer Form als der zu geringen Größen wegen gänzlich unbenutzbar. Aber selbst in dem Falle, als sie entsprechen würden, können zwei Docks für den zu erhoffenden kolossalen Verkehr unmöglich genügen. Meiner Ansicht nach hätte man vor allem die Dockfrage — als die viel schwierigere — lösen müssen und dieser das Hafenprojekt und alles andere anpassen. Es ist doch unbestreitbar und ebenso allbekannt, daß die Erbauung eines Trockendocks allerdings zu den interessantesten, aber auch zu den allerschwierigsten Aufgaben der Ingenieurwissenschaft gezählt werden muß und daher auch die Wahl der Lokalität für ein solches von höchster Wichtigkeit ist. Dieselbe kann selbstverständlich nur auf Grund von örtlichen, sehr umfangreichen Untersuchungen erforscht und festgesetzt werden. Eine ungünstige Baustelle kann die Baukosten um Millionen erhöhen, während ein Molo wo immer erbaut werden kann.

Es ist ferner zu berücksichtigen, daß ein Dock nur dort gebaut werden darf, wo gleichzeitig eine Schiffswerfte mit allen Einrichtungen derzeit schon besteht oder eine solche errichtet werden kann. Es sollte also vor allem erwogen werden, ob nicht die Lokalität nächst dem Trockendock im Lloydarsenal hierfür günstig wäre, in welchem Falle der Molo VII entsprechend weit verschoben werden müßte.

Vorsichtshalber sollte meiner Meinung nach schon jetzt Raum für ein zweites Dock reserviert werden.

So viel im allgemeinen über die Dockfrage.

Ich glaube, diese höchst wichtige und interessante technische Frage des vorliegenden Hafenprojektes hier aus folgenden zwei Gründen erörtern zu können:

1. Kann ein Projekt, wofür 94 Millionen Kronen veranschlagt sind, wovon auf Seebauten allein rund 61,5 Millionen entfallen, niemals zuviel beraten werden.

2. Kann nur der Österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein berufen sein, in der Frage des Triester Hafenprojektes ein fachmännisches und maßgebendes Urteil abzugeben.

Wenn nun meine Bedenken weiter nichts bewirken, als der verehrten Hafenbaudirektion Veranlassung zu geben, die aufgetauchten Befürchtungen auf Grund der in dem oben erwähnten Exposé enthaltenen Gründe fachgemäß zu widerlegen, damit alle Bedenken und Zweifel zu zerstreuen und allgemeine Beruhigung hervorzurufen, so habe ich mein Ziel erreicht.

Und nun zur Sache.

I. Der Wellenbrecher.

Was kann der Zweck eines Kunsthafens sein? Nur der, den Schiffen bei jedem Wind und Wasserstand das Ein- und Ausfahren aus dem Hafen zu sichern und im Hafen selbst das Aus- und Einladen auf die billigste und bequemste Weise und in der denkbar kürzesten Zeit zu ermöglichen.

Zu diesem Behufe ist es nötig, durch Wellenbrecher und Moli eine bestimmte Wasserfläche in so kleine Bassins zu zerteilen, daß in diesen bei allen Winden möglichst ruhiges Wasser erhalten bleibe; die Bassins müssen aber andererseits wieder so groß sein, daß

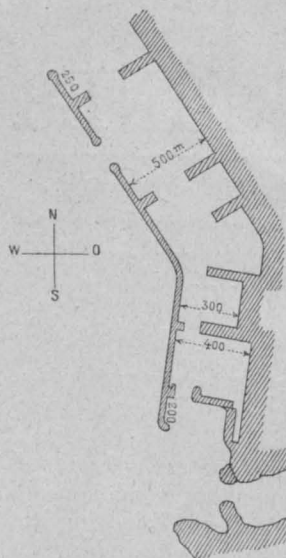


Abb. 1.

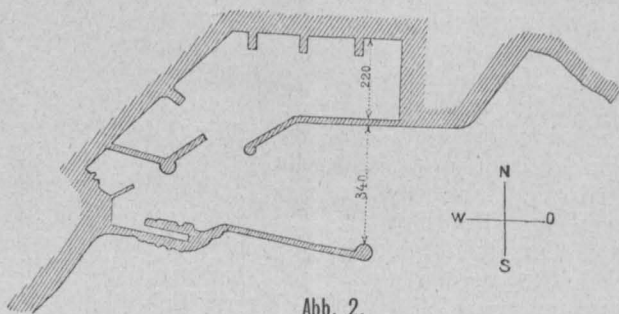


Abb. 2.

die Schiffe jederzeit bequem und unbehindert in dieselben ein- und ausfahren können; endlich müssen die Bassins umschließenden Kai- und Molomauern in so großer Wassertiefe und derart erbaut sein, daß alle Schiffe unmittelbar am Ufer anlegen und ihre Ein- und Ausladeoperationen daselbst verrichten können.

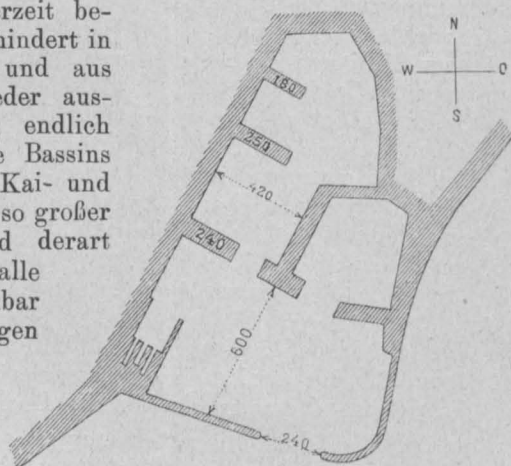


Abb. 3.

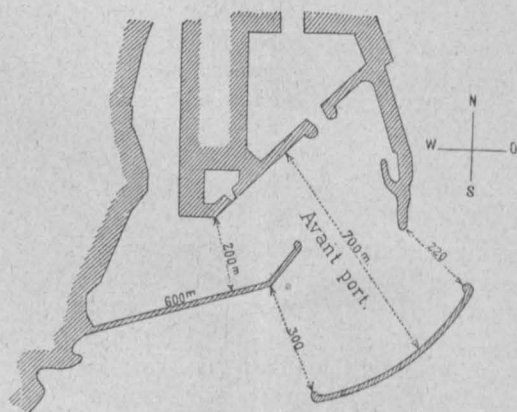


Abb. 4.

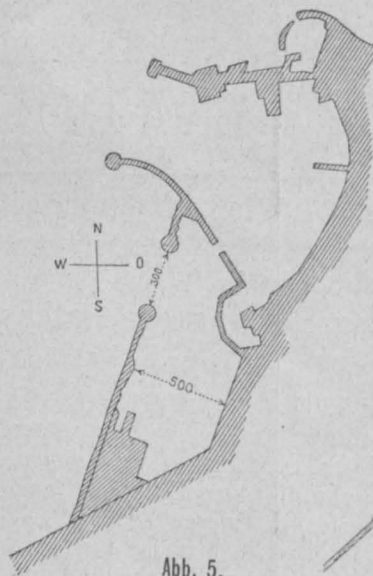


Abb. 5.

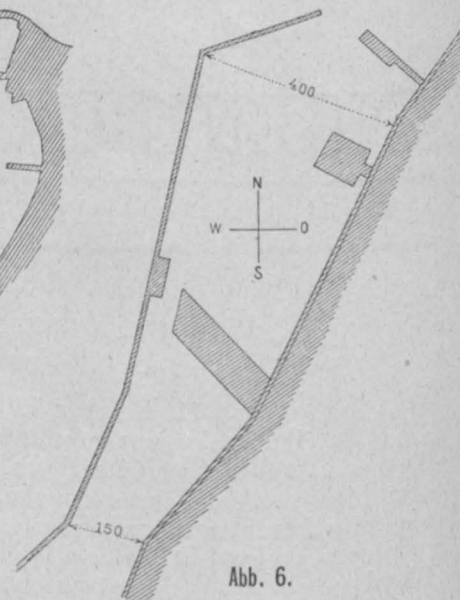


Abb. 6.

Bezüglich der Entfernung der Wellenbrecher von den Moloköpfen sind wohl die Herren Nautiker etwas schwer zu befriedigen. Sie fordern absolut ruhiges Wasser in den Bassins und perhorreszieren andererseits alles, was der Bewegung der Schiffe, selbst der Segelschiffe irgendwie hinderlich sein kann.

Man muß also bezüglich der Wellenbrecher zwei Fälle unterscheiden. In Marseille (Abb. 1), Neapel (Abb. 2), Barcelona (Abb. 3), Cette (Abb. 4), Ancona (Abb. 5), Smyrna (Abb. 6), dann — bekannterweise — in Triest (Abb. 7) und Fiume (Abb. 8) erbaute man die Wellenbrecher nahe dem Ufer, um in den Bassins ruhiges Wasser zu gewinnen. Hierher können noch die projektierten Wellenbrecher für Saloniki (Abb. 9) und Sanpierdarena in Genua (Abb. 10) gezählt werden. In anderen Orten, namentlich in Cherbourg (Abb. 11), Livorno (Abb. 12), Genua (Abb. 13), Algier (Abb. 14), Odessa (Abb. 15), Liebau in Rußland (Abb. 16) u. s. w. baute man Wellenbrecher auf große Entfernungen, um einen Vorhafen oder eine geschützte Rhede zu bilden, welche von den

Schiffen bei jedem Wetter leicht und sicher erreicht werden kann, und von wo aus die Schiffe in verhältnismäßig ruhigem Wasser ihre Ankerplätze in den Bassins auffinden können. Soweit ich diese Frage aus obigen Beschreibungen beurteilen kann, erweckt es in mir das Bedenken, daß der projektierte Wellenbrecher in St. Andrea weder dem einen noch dem anderen Zweck recht dienlich sein wird.

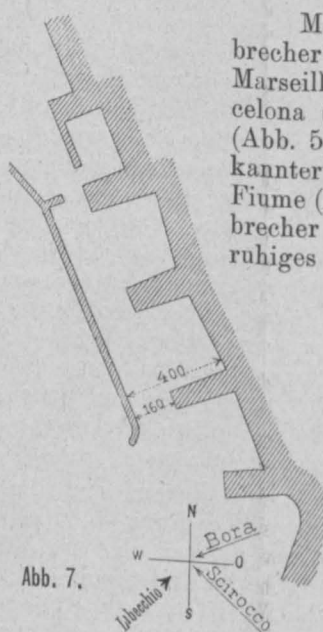


Abb. 7.

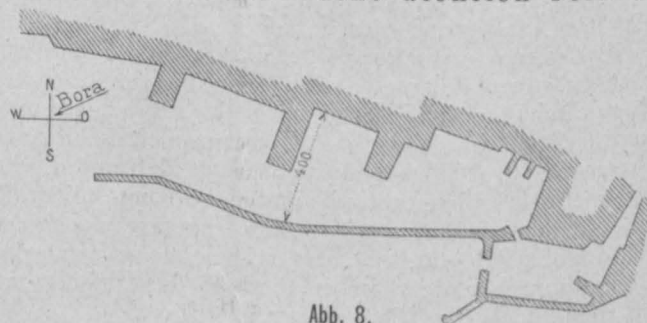


Abb. 8.

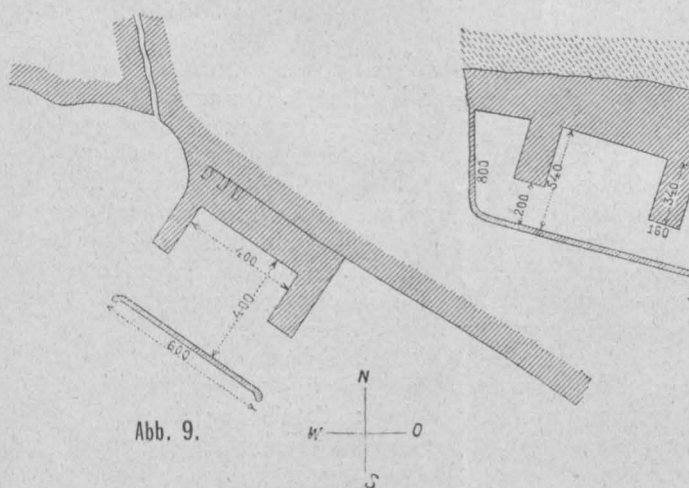


Abb. 9.

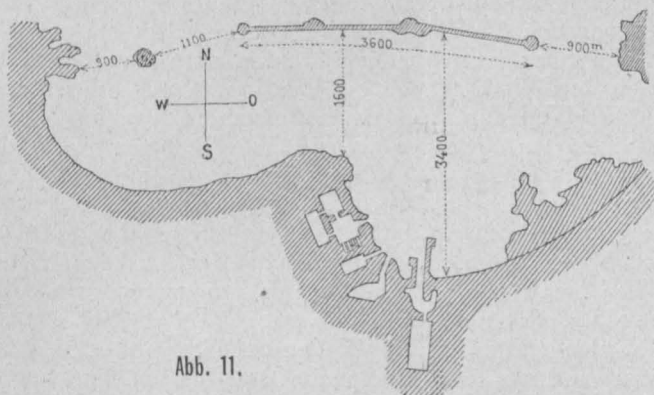


Abb. 11.

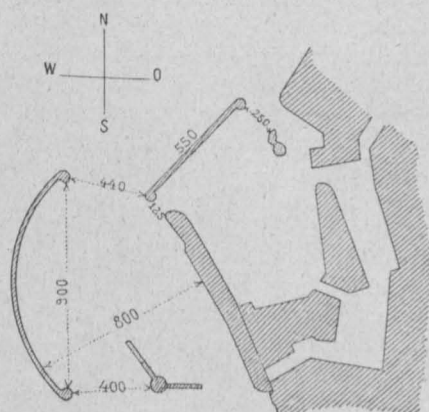


Abb. 12.

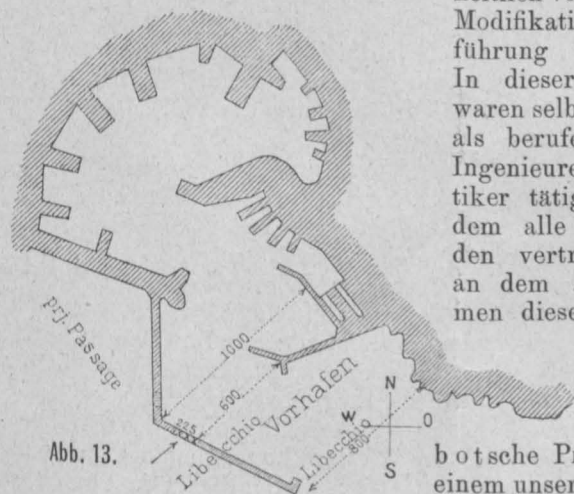


Abb. 13.

Um meinen Vortrag deutlicher zu gestalten, werde ich mir erlauben, die oben angeführten Wellenbrecher in einfachen Skizzen vorzuführen.

Das von dem französischen Ingenieur Talabot verfaßte Hafenprojekt für Triest (Abb. 7) war im Jahre 1865 von einer großen Kommission geprüft und mit den von der Kommission einheitlich vorgeschlagenen Modifikationen zur Ausführung angenommen. In dieser Kommission waren selbstverständlich als berufene Fachleute Ingenieure und Nautiker tätig und außerdem alle jene Behörden vertreten, welche an dem Zustandekommen dieses großartigen Projektes beteiligt waren.

In der über das Talabotsche Projekt — von einem unserer besten Hydrotechniker — verfaßten

Beschreibung*) steht folgendes:

*) Bericht über die XIV. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure. Wien 1864. „Über den Hafenbau von Triest“ von Ed. Heider, Ober-Ingenieur in Triest.

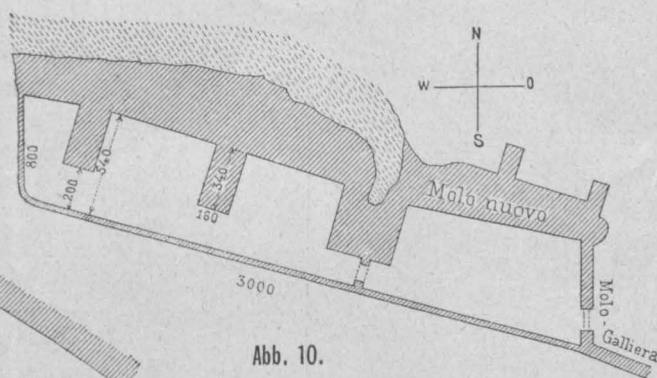


Abb. 10.

„Da die Bora ein Landwind ist, so ist auch der Wellenschlag in der Nähe des Ufers unbedeutend, und erst in einer Entfernung von 1300 Fuß der Wasserspiegel so bewegt, daß er den Manipulationen des Aus- und Einladens hinderlich wird.“

„Der Bora nahezu entgegengesetzt ist die Richtung des nächst wichtigen Windes, des Libecchiosturmes, welcher nach den angeführten Beobachtungen in Triest nur zwei

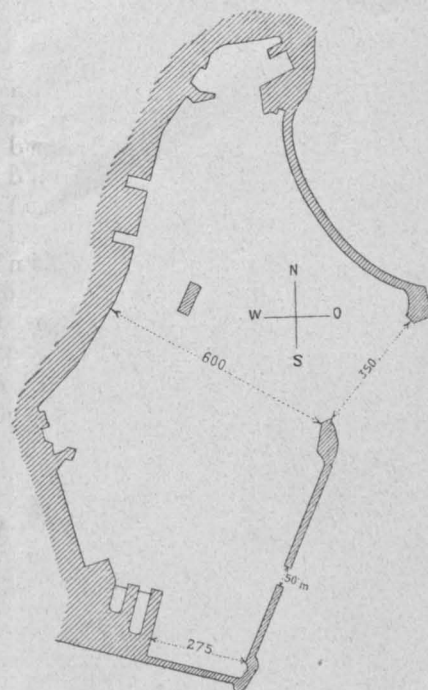


Abb. 14.

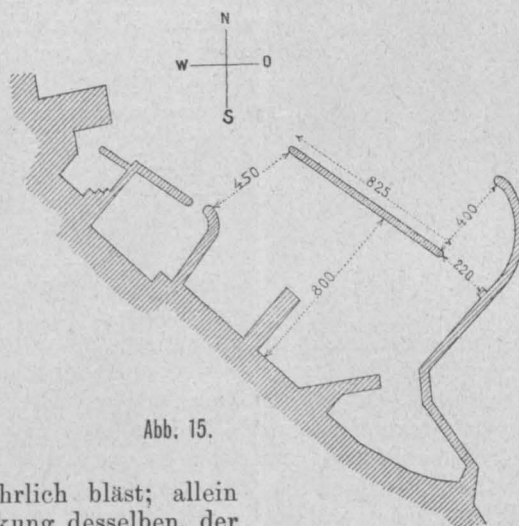


Abb. 15.

Tage jährlich bläst; allein die Wirkung desselben, der Wellenschlag, dauert nicht nur viel länger, sondern tritt auch infolge äußerer Stürme nicht selten ein, ohne daß der Wind selbst in Triest wesentlich fühlbar ist (die Italiener nennen es „mar morto“).

Diesem Wellenschlage ist aber der größte und nach seiner heutigen Lage wichtigste Teil der Rhede von Triest ganz ausgesetzt, und da die Schiffe im Falle des Reißens einer Ankette oder des Treibens vor dem

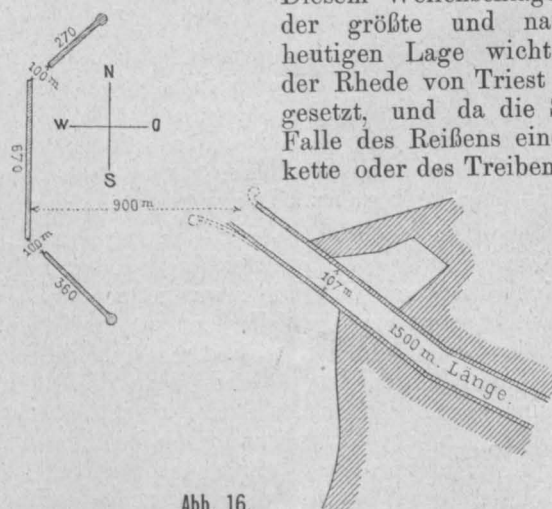


Abb. 16.

Anker gegen das Ufer geschleudert werden, den Schiffen auch höchst gefährlich.“

Dieser Umstand veranlaßte denn auch die Kommission, die Entfernung des Wellenbrechers mit 1300 Fuß zu beantragen. Jedem Triestiner ist es wohl bekannt, daß schon bei dieser kleinen Entfernung, aber bei heftiger Bora an der Hafenseite der Diga eine so starke Bewegung des Wassers entsteht, daß Verladeoperationen an der Diga nicht bewerkstelligt werden könnten. Würde diese Entfernung größer sein, so würde dies allerdings die Bewegungen der Schiffe im Innern des Hafens erleichtern, umgekehrt jedoch das Wasser umso mehr beunruhigen, je größer diese Entfernung wäre.

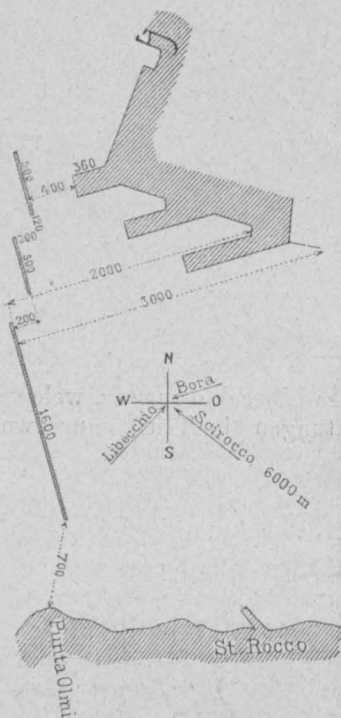


Abb. 17.

Es ist aber auch bekannt, daß an ungeschützten Stellen die Rückwirkung der Wellenbewegung auch bei Landwinden sich derart äußert, daß das Wasser auch am Ufer in mehr oder weniger starke Bewegung kommen muß. Man kann daher mit Gewißheit annehmen, daß der Wellenbrecher bei Bora nicht nur nichts dazu beitragen kann, um in den Bassins ruhiges Wasser zu erhalten, sondern im Gegenteil (Folge der Rückwirkung der Wellen) dazu beitragen wird, das Wasser in den Bassins noch mehr zu beunruhigen, als wenn die Diga überhaupt nicht bestehen würde.

Bei Libeccio-Stürmen geschieht vor der Diga in umgekehrter Ordnung dasselbe wie bei Bora, nur in viel größerem Maße. Der Wellenschlag in den den Libeccio-Stürmen ganz ausgesetzten und von dem Schutzdamm 1,5 bis 2 km entfernten Bassins — und in diesen besonders in den spitzen Winkeln — muß ein ganz außerordentlicher sein.

Nach meinem Dafürhalten wird also die projektierte Diga infolge ihrer großen Entfernung weder bei Bora noch weniger aber bei Libeccio etwas nützen, um in den neuen Bassins selbst ruhiges Wasser zu gewinnen. Im Gegenteil, sie würde schädlich sein. Die Diga, die sich bis nahe zur Punta Olmi erstreckt und somit die Bucht von Muggia beinahe in ihrer ganzen Breite abschließt (ein Umstand, welcher in der oben erwähnten italienischen Beschreibung des Hafenprojektes als außerordentlich vorteilhaft bezeichnet wird), wird nur ein sehr gefährliches

Schiffahrtshindernis für alle ein- und ausfahrenden Schiffe bilden.

Scirocco und Maestro sind bekanntermaßen für Hafenanlagen in Triest weniger gefährlich. Immerhin ist jedoch zu befürchten, daß besonders bei starkem Scirocco das Wasser in den Bassins dennoch in solchem Maße bewegt und beunruhigt wird, daß das Ein- oder Ausladen der Schiffe behindert, ja manchmal sogar unmöglich ist.

Allerdings würden die Moli selbst den Bassins einigen Schutz gegen Scirocco und Maestro bieten, aber nicht genügenden Schutz. Der Wellenbrecher hingegen ist gegen alle in Triest herrschenden Winde unwirksam.

Der Zweck dieses Wellenbrechers wäre also vielleicht, nur einen Vorhafen zu bilden, wie die Wellenbrecher in den oben genannten Hafenstädten: Cherbourg u. s. w. Für ruhiges Wasser in den Bassins selbst müßte man auf andere Weise sorgen; etwa durch Erbauung eines zur Uferlinie parallelen Wellenbrechers, ähnlich dem im alten Hafen vor den Moli I, II und III (Abb. 7).

Um aber einen guten Vorhafen zu bilden, d. h. um je nach der Windrichtung auf der innern oder der Außenseite des Wellenbrechers verhältnismäßig ruhiges Wasser zu erhalten, müßte der neue Wellenbrecher vor allem ohne Unterbrechung in seiner ganzen Länge aus einem Stück hergestellt und derart situiert werden, daß die Schiffe bei jedem Winde an dem einen oder dem andern Ende vorbei leicht in den Vorhafen gelangen oder denselben verlassen könnten. Es müßte demnach das Nordende des neuen Wellenbrechers bedeutend nach Westen und das Südende nach Osten verschoben werden. In diesem Falle wäre bei Bora an der dem Hafen abgewendeten Seite und bei Libeccio an der Hafenseite des Wellenbrechers immer verhältnismäßig ruhiges Wasser zu gewärtigen, wo die Schiffe je nach ihrer Bestimmung auf der einen oder der anderen Seite vor Anker liegend ruhiges Wetter abwarten könnten, wie dies ungefähr — nach Aussage der Schiffskommandanten — gegenwärtig bei Bora in der Lokalität St. Andrea geschieht.

Durchfahrtsöffnungen in dem Wellenbrecher dürfen aber, wie gesagt, in keinem Falle belassen bleiben. Dieselben könnten selbstverständlich nur bei ruhigem Wetter gefahrlos durchfahren werden, oder wenn man annehmen dürfte, daß ein Schiff selbst bei heftiger Bora oder Libeccio von den Wellen nicht beeinflusst, nur der Windrichtung zu folgen hätte; etwa wie in einem in der Windrichtung erbauten 120 m breiten Kanal. Bei starker Bora oder Libeccio aber könnten die zwischen den Köpfen der Diga kaum 230 m breiten Öffnungen immer nur mit Gefahr durchfahren werden. Es ist wohl klar, daß die durch Bora, bzw. Libeccio verursachte Brandung um die Öffnungen herum ganz außerordentlich stark und die Wellenbewegung derart unregelmäßig sein muß, daß sie sich jeder Berechnung entzieht. Das kleinste Versehen auf der Kommando-Brücke eines Dampfschiffes, das etwaige Versagen oder auch nur etwas verzögerte Gehorchen der Maschine oder des Steuerruders können daher zur Katastrophe führen.

Wenn nun das Gesagte für Dampfschiffe gilt, welche die Öffnungen bei Tageslicht durchfahren wollen, um wie viel größer muß sich die Gefahr selbst für Dampfschiffe bei Nacht oder Nebel und ebenfalls stürmischem Wetter gestalten und noch mehr wie arg für Segelschiffe, weshalb — meiner Meinung nach — die Schiffe diese Durchfahrtsöffnungen bei schlechtem Wetter immer meiden werden, und zwar umso mehr, als sie für die Schifffahrt ja ganz und gar überflüssig sind, da das Umfahren des Wellenbrechers, dem herrschenden Winde gemäß, um das eine oder das andere Ende immer viel gefahrloser und mit einem ganz verschwindend kleinen Zeitverlust bewerkstelligt werden kann.

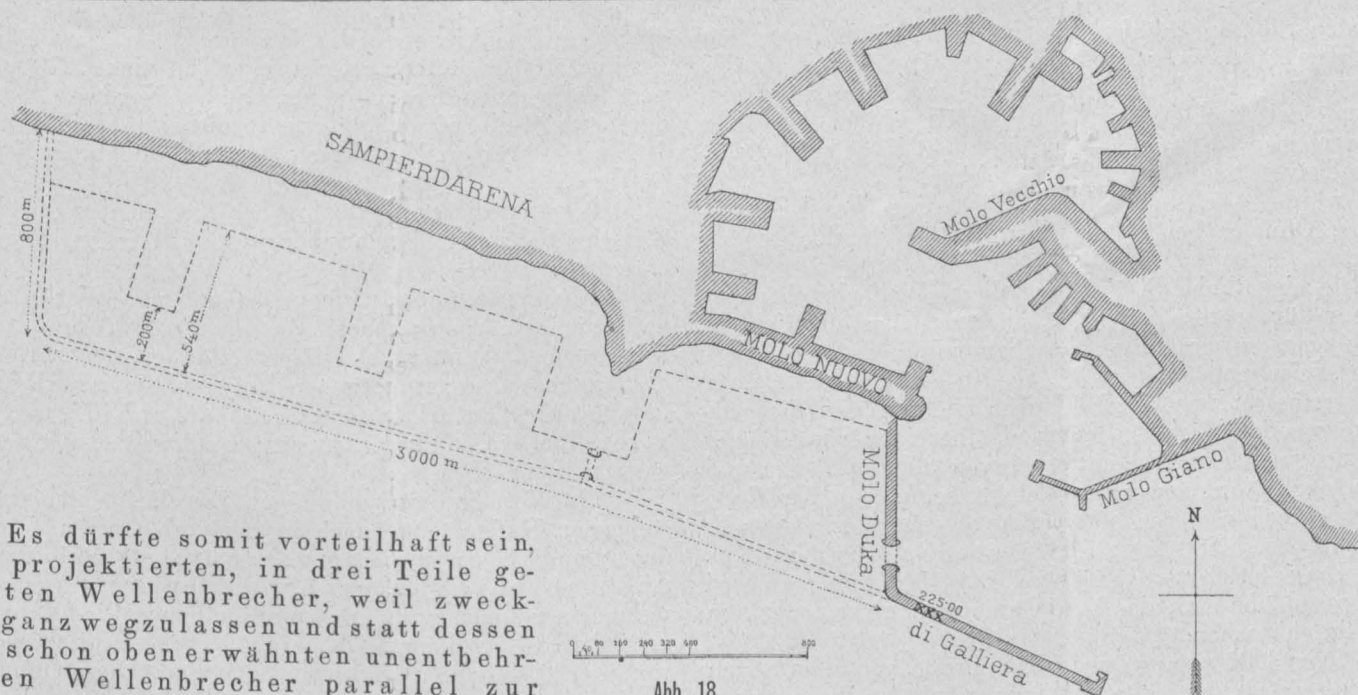


Abb. 18.

Es dürfte somit vorteilhaft sein, den projektierten, in drei Teile geteilten Wellenbrecher, weil zwecklos, ganz wegzulassen und statt dessen den schon oben erwähnten unentbehrlichen Wellenbrecher parallel zur Riva und möglichst nahe vor die Molo-köpfe zu bauen, natürlich ohne Unterbrechungen und in solcher Länge, daß dieser an beiden Enden je einen Vorhafen bildet, deren einer oder der andere bei jedem Wetter immer sicher erreicht werden kann.

Als vor 40 Jahren unsere Kriegsschiffe noch zum größten Teil aus Segelschiffen bestanden, hörte ich von Seeoffizieren, daß der Hafen von Genua (Abb. 18) vom nautischen Standpunkte aus der bekannt allerbeste sei, welcher bei jedem Winde auch von Segelschiffen selbstmanövrierend angelaufen und ebenso sicher verlassen werden konnte.

Nun wurde der Molo Galliera erbaut. Man hoffte, hie-mit auch den Hafen zu verbessern, indem dieser die Außenstürme schon auf größere Entfernung abhalten werde. Wie sehr die Erbauung dieses Wellenbrechers vom nautischen Standpunkte aus begründet war, möge aus folgendem ersichtlich sein.

Der Wellenbrecher (Abb. 19) besteht aus einem an der Krone 35.20 m breiten Steinwurf, welcher 3 m über Nullwasser reicht. Dieser Steinwurf ist gegen Wellenschlag von außen durch sechs Reihen künstlicher Blöcke geschützt, welche von -6 m bis +4.50 m eine kompakte Mauer bilden, welche oben 7 m, bei 6 m unter Null 10 m und bei Nullwasser 15 m breit ist. Auf dem 3 m hohen Plateau steht eine senkrechte Parapetmauer von 3.75 m Breite und 7 m Höhe, die also bis 10 m über Nullwasser reicht.

Schon diese kolossalen Dimensionen zeigen, welche ganz ungeheuerliche Kräfte man da in Betracht nehmen mußte, um den Wellenbrecher gegen den auf ihn anstürmenden Wellenschlag widerstandsfähig zu gestalten und dadurch auf der Hafenseite ruhiges Wasser zu gewinnen.

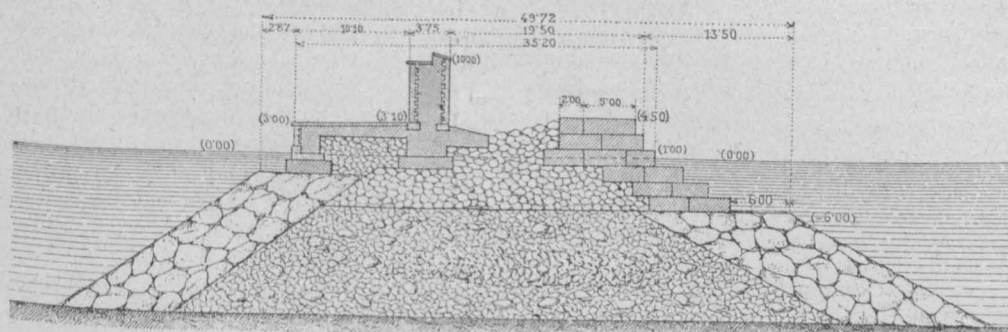


Abb. 19.



Abb. 20.

Am 27. November 1898 wütete ein heftiger Südweststurm (Libeccio), welcher im Zeitraume von nur wenigen Stunden die oben beschriebene Parapetmauer in einer Länge von 225 m gänzlich zerstörte, künstliche Blöcke von $5 \times 2 \times 1.75 = 17.5 \text{ m}^3$ von der Dossierung auf das Plateau und auf diesem übereinander oder über das Plateau in den Hafen schleuderte, wohin auch der weit größte Teil der zerstörten Parapetmauer geschleudert wurde. Als ich im Jänner 1899 wieder dort war, fand ich auf dem Plateau noch zwei zusammenhängende Teile (früher waren es vier) dieser Parapetmauer. Einer (Abb. 20) von 18.5 m Länge war auf dem Plateau um 3 m verschoben und ein anderer von zirka 20 m Länge ganz umgekippt. Also Mauermassen von 400 und 500 m^3 und im Gewichte von über eine Million Kilogramm wurden verschoben, ja sogar umgeworfen. Hieraus möge beurteilt werden, welche ganz ungeheuerlichen Stürmen der Wellenbrecher ausgesetzt ist, und wie sehr die Erbauung desselben begründet war. Und heute klagen die Kommandanten der Dampfschiffe darüber, daß der angestrebte Zweck nicht erreicht ist. Der Wellenbrecher bildet ein bedeutend starkes Schifffahrtshindernis, ohne die Verhältnisse im Innern des Hafens selbst verbessert, nämlich das Wasser

im Hafen ruhiger gestaltet zu haben, weil dieser wegen der großen Entfernung wirkungslos ist. Die Bewegung des Wassers vor dem Wellenbrecher muß bei Sturmwind den Schiffen viel lästiger sein und das Umschiffen des Molo beschwerlicher, als wenn derselbe nicht bestehen würde. Und selbstverständlich ist es undenkbar, daß ein Schiff es wagen würde — falls der Molo Galliera durchbrochen wäre — diese Öffnung bei stürmischem Wetter durchfahren zu wollen.

Die eigentliche Bestimmung dieses Wellenbrechers ist aber erst für spätere Zeiten vorbehalten. Es ist nämlich die Anlage eines neuen Hafens bei Sampierdarena projektiert in der Weise, daß an den bestehenden Molo Galliera, dort, wo derselbe aus der nordsüdlichen Richtung in die südöstliche wendet, fest anschließend, aber in nordwestlicher Richtung ein neuer Wellenbrecher von 3000 m Länge und von da nach Norden wendend ein Anschluß an das Festland von noch weiteren 800 m Länge erbaut werden soll; die ganzen 3800 m ohne Unterbrechung, d. h. ohne Durchfahrtsöffnung. Für den Eingang wird der nordsüdliche Arm des Molo Galliera an einer gedeckten Stelle durchbrochen.

Dieses 3000 m lange und 540 m breite, von allen Seiten geschlossene, also gegen alle Winde geschützte Bassin wird mittels drei Moli in vier kleinere Bassins geteilt, ganz ähnlich denen in Triest, Marseille u. s. w. Für diese neuen Bassins soll dann der Molo Galliera den Vorhafen bilden.

Ein Wellenbrecher mit Durchfahrtsöffnungen war im Hafen von Liebau (Abb. 16) in Rußland an der Ostsee*) projektiert. Dieser Hafen besteht aus einem 1500 m langen und zirka 107 m breiten Kanal. Vor die Einfahrt dieses Kanals waren drei Wellenbrecher projektiert, welche durch je eine 100 m breite Öffnung voneinander getrennt erbaut werden sollten, u. zw. der mittlere Teil zirka 670 m lang in einer Entfernung von rund 900 m westlich von der Kanal-

einfahrt und senkrecht auf die Richtung Ost-West; von diesem nördlich 100 m entfernt der zweite Teil zirka 270 m lang und senkrecht auf die Richtung Südost-Nordwest, endlich der dritte Teil 360 m lang, vom mittleren Teil ebenfalls 100 m entfernt und senkrecht auf die Richtung Nordost-Südwest.

Betreffs dieses Wellenbrechers ist in der erwähnten Zeitschrift „unter Beschreibung des Hafens“ folgendes enthalten:

„Die später in Aussicht genommenen Werke sollen ausschließlich dazu dienen, die namentlich bei starken Weststürmen beträchtliche Barrenbildung an der Einfahrt des Hafens zu verringern und die Gewinnung der letzteren den binnenlaufenden Schiffen unter allen Umständen sicherer und gefahrloser zu gestalten.“

„In Verfolg dieses alleinigen Zweckes sollen die bestehenden Hafendämme nach See zu verlängert und außerdem zur Bildung einer geschützten Außenrhede drei große Wellenbrecher in See erbaut werden, welche nördliche, westliche und südliche Winde abhalten und für die einkommenden Schiffe mit zwei Öffnungen von je 100 m lichter Weite versehen sind. Diese Öffnungen liegen respektive auf Nordwest und auf Südwest, so daß je nach der herrschenden Windrichtung die Schiffe darauf ihren Kurs ohne Gefahr, durch seitliche Stromversetzung zu havariieren, früh genug nehmen können.“

Ob nun dieser Wellenbrecher laut Projekt erbaut wurde oder nicht, ist mir unbekannt. Aber aus der obigen Beschreibung ist ersichtlich, daß mit diesem nur die Bildung einer geschützten Außenrhede angestrebt wurde, gleichzeitig zu dem Zwecke, um die Versandung der Hafeneinfahrt zu verhindern.

Dies wären meine Bemerkungen über den projektierten Wellenbrecher in St. Andrea.

(Schluß folgt.)

Erinnerungen an Petzval und seine Zeitgenossen.**)

Zur Enthüllung des Petzval-Denkmales.

Von J. Kraft de la Saulx.

..... Sie interessieren sich für meine Beziehungen zu Petzval***) und haben die Güte, Ihr Interesse sogar auf mich selbst auszudehnen. So will ich denn erzählen, was ich nach so langer Zeit noch weiß. Was das Wissenschaftliche aus jener Zeit betrifft, so haben Sie ja in Ihren Nachforschungen, was noch zu ermitteln war, gesammelt, so daß ich mich mehr auf das Persönliche beschränken darf, wobei jedoch meine Erzählung mehr einen anekdotischen Charakter haben wird. Indessen ist auch dieses, da es sich um einen so bedeutenden Mann wie Petzval handelt, nicht zu verschmähen; nur bitte ich um Entschuldigung, wenn ich darin auch von mir selbst sprechen muß.

Im Studienjahre 1850/1851, in dem ich meine fünfjährigen Studien an dem damaligen k. k. polytechnischen Institute in Wien beendet hatte, war Marin Professor des Maschinenzeichnens an der damals zu dem Institute gehörigen Gewerbezeichenschule. Er war ein Schüler Redtenbachers und hielt als Dozent außerordentliche Vorlesungen über Maschinenbau, in welchem er das wiedergab, was er in Karlsruhe bei Redtenbacher gehört hatte. Ich war einer seiner wenigen Schüler und machte am Ende des Schuljahres meine Prüfung über Maschinenbau. Ich suchte dann um eine Anstellung beim

Eisenbahnbau an und hatte Hoffnung, beim Semmeringbau als Baueleve angestellt zu werden. Nun wurde aber Marin an die Brüner Technik berufen, und dies änderte vollständig meinen Lebensweg. Burg, welcher damals Direktor des polytechnischen Institutes war, ließ mich rufen und trug mir an, die Stelle Marins an der Gewerbezeichenschule vorläufig als Supplent anzutreten. Ich griff natürlich mit beiden Händen zu.

Burgs Assistent war damals Herr v. Bezard. Dieser wurde verhaftet, sowie auch noch zwei andere Assistenten, die Herren Gabriely und Oberndorfer. Burg, in der Voraussetzung, daß man Herrn v. Bezard werde keine Schuld nachweisen können, und daß er sonach nicht lange in Haft bleiben werde, ersuchte mich, einstweilen auch dessen Stelle zu versehen.

Burgs Hoffnung hatte sich indessen nicht erfüllt. Nach langer Haft wurde Bezard zum Tode verurteilt und erschossen. Burg wurde der Direktion des Institutes enthoben und zum Sektionsrat im Handelsministerium ernannt. Diese Stelle nahm er aber nicht an und blieb einfach Professor der Mechanik, während ich selbst definitiv sein Assistent mit Beibehaltung der Supplentur an der Gewerbezeichenschule wurde. Gabriely und Oberndorfer wurden als unschuldig der Haft entlassen, konnten jedoch zum Lehrfache nicht mehr zurückkehren. Erst viel später konnte Gabriely wieder eintreten und wurde Professor in Lemberg. Welches Schicksal Oberndorfer hatte, ist mir nicht bekannt.

In Burg fand ich als sein Assistent einen wahren, väterlichen Freund, und das Burgsche Haus ward für mich ein zweites Elternhaus. Er war ein großer Musikfreund und ein sehr guter Flötenspieler. Jede Woche war ein Musikabend, und da fand ich immer

*) Siehe „Zeitschrift“ 1885, Seite 156.

**) Das Nachfolgende entstammt einem Schreiben, welches sich der Verfasser der demnächst erscheinenden neuen Petzval-Biographie phil. Dr. Erményi erbeten hatte, um nicht nur über diesen sondern auch dessen Zeitgenossen nähere, charakterisierende Streiflichter zu erhalten. Mit Zustimmung des Herrn Kraft veröffentlichten wir diese Skizzen, weil sie nicht nur im allgemeinen sondern auch insbesondere für jene von großem Interesse sind, welche Ende der vierziger und Anfang der fünfziger Jahre das Wiener polytechnische Institut besucht haben.

***) Professor der höheren Mathematik an der Wiener Universität in den Jahren 1837–1877.

Derffel*), der ein bedeutender Klavierspieler war. Wir wurden sehr bald gute Freunde, und er war die Ursache, daß ich auch Petzvals Schüler wurde.

Die ersten Vorlesungen Petzvals, die ich besuchte, hielt er damals im Theresianum, und trug er Undulationstheorie vor. Diese Theorie war jene von Cauchy. Derffel, welcher mit Heger**) näher in die häuslichen Arbeiten Petzvals eingeweiht war, sagte mir oft, daß dieser Vortrag nur eine Einleitung zu späteren Vorträgen wäre und Petzval eine eigene Undulationstheorie geben werde, in welcher er nicht die beschränkenden Voraussetzungen Cauchys macht, sondern vom Newtonschen Gravitationsgesetze ausgeht und aus dieser Theorie die Erscheinungen des Lichtes, Schalles u. s. w. ableitet.

Nach den Vorlesungen im Theresianum kam Petzval oft zum Mittagessen zum goldenen Lamm auf der Wieden, meist mit Derffel. Da ich auch dort aß, so waren wir sehr oft Tischgenossen. Diese gemütlichen, mit unserem großen Lehrer, dem wir mit Liebe und Enthusiasmus anhängen, verbrachten Stunden sind mir unvergeßlich! Arnstein und Heger kamen auch oft, um unsere Tafelrunde zu ergänzen, sowie einer meiner jüngeren Freunde, Mitterbacher aus Salzburg, mit dem Burgschen Hause befreundet, sich auch öfter einfand.

Petzval war eine prachtvolle, urkräftige Mannesnatur! Er machte und vertrug auch sehr gut einen recht derben Witz bei einem Glase Villányer Rotwein. So sagte er von einer damals nicht sehr glänzenden Persönlichkeit:

„Was der Kaminfeger unter den Mohren,
Ist x unter den Professoren.“

Derffel, welcher ein Original war, gab oft die Zielscheibe seiner Witze ab, die jedoch nie verletzend waren; dazu hatte Petzval ein viel zu gutes Herz. Alle witzigen Sachen, welche er sagte, trugen immer den Stempel der größten Originalität, waren immer voll Geist, und so derb sie mitunter auch waren, sie waren doch niemals gemein.

Im folgenden Studienjahre wurden die Vorlesungen in das alte Universitätsgebäude in der inneren Stadt verlegt und unsere Tischgesellschaft beim goldenen Lamm hörte leider auf; manchmal kamen wir, Heger, Derffel und ich, doch noch mit Petzval zu einem gemütlichen Mahle zusammen.

Petzval trug uns von jetzt an die Theorie der Schwingungen gespannter Saiten, Variationsrechnung, analytische Mechanik, Dioptrik, und in meinem letzten Studienjahre 1854/1855 auch Beleuchtungslehre vor. Da wir, das heißt ich und einige jüngere Schüler, die früher von ihm gehaltenen Vorlesungen über Differentialgleichungen nicht gehört hatten, das Petzvalsche Werk***) eben erst zu erscheinen begann, so gab uns Derffel über diesen Gegenstand besondere Vorlesungen. Dies jedoch bloß privatim, in einem ganz kleinen Kreise von Freunden und in der Voraussetzung, daß wir die Sache bald brauchen werden. Nach mehr als 50 Jahren bewahre ich mit eifersüchtiger Sorge die in den Vorlesungen Petzvals nachgeschriebenen Studienhefte. Petzval war ein idealer Lehrer! Mit welcher bewunderungswürdigen Klarheit, Bündigkeit und korrekter Ideenfolge er die schwierigsten Probleme zu behandeln wußte! Und nie ein bei Vorlesungen so störendes Blatt Papier in der Hand! Die seinen Vorträgen nachgeschriebenen Hefte hätte man fast unmittelbar drucken lassen können.

Seine Vorlesungen konnte ich in meinem letzten Studienjahre 1854/1855 gegen Ende leider nicht mehr besuchen. Burg wurde nach Paris zur Ausstellung geschickt, und ich mußte an seiner Stelle die Vorlesungen halten, ja sogar — jedoch im Beisein eines Ministerial-Kommissärs — die Prüfungen vornehmen. Ich war damals sehr jung, aber wie alles, was Petzval sagte, bei mir einen tiefen Eindruck machte, so war es auch ein Umstand, den er erzählte und den ich nicht vergessend, befolgte. Als wir ihn nach einer seiner Vorlesungen umgaben, sagte er: „Es gibt doch Leute, die keinen Takt haben. Da kam einer kurz vor der Vorlesung zu mir und ich hatte alle Mühe, ihn los zu werden. Und das war ein Professor! Ein Professor soll doch wissen, daß man vor einer Vorlesung allein gelassen werden soll, um seine Gedanken zu ordnen und sie zum Vortrage vorzu-

bereiten.“ Und dies befolgte ich aufs strengste als ich an Burgs Stelle vortragen mußte, und dem hatte ich es zu verdanken, daß ich immer glücklich damit durchkam.

Petzval war 25 Jahre älter als ich, und mein Verhältnis zu ihm war das eines jungen, wißbegierigen und mit enthusiastischer Liebe anhänglichen Schülers. Er kam mir mit herzlichem Wohlwollen entgegen und ließ mich, hoch beglückt, an dem ihn damals umgebenden Kreise teilnehmen. Während ich dies schreibe, durchziehen mich die lebhaften Bilder meiner Jugendzeit; diese, sowie auch die Erinnerungen, geweckt durch Ihre jüngst veröffentlichten Forschungen über Petzvals Leben und Verdienste, sie führen mir im Geiste auch noch heute die herrliche Gestalt des großen Meisters vor, zu dem ich mit ungeschwächter Bewunderung und Verehrung aufblicke!

Ende des Studienjahres 1854/55 ging ich nach Paris und von dort nach Belgien. Dies war der Wendepunkt in meinem Leben. Von da ab kam ich nur noch von Zeit zu Zeit nach Wien. Niemals versäumte ich da, Petzval zu besuchen. Dann kam es aber, daß ich nicht mehr vorgelassen wurde; man sagte mir, er sei menschenfeind geworden.

Im Anfange, als er mich noch empfing, war er noch immer sehr wohlwollend und ich mußte ihm von meinen praktischen Arbeiten erzählen. Er hat nie den „Ingenieur“ verleugnet.

In den ersten Jahren meines Aufenthaltes in Belgien nahm ich eine schon früher angefangene Theorie des Poncelet-Rades wieder vor. Da stieß ich auf ein Integral, welches ich nicht zu machen verstand. Ich schrieb an Petzval und in ganz kurzer Zeit schickte er mir die Lösung.

Diese Theorie (jetzt natürlich veraltet) ist auch veröffentlicht worden*), und habe ich nicht unterlassen, in einer Fußnote schuldigermaßen Petzval anzuführen.

Und nun noch einige zerstreute Erinnerungen, die mit in jenes Milieu gehören.

Derffel. Mit ihm war ich wohl am besten befreundet. Er war ein ausgezeichnete Mathematiker und stellte sich freiwillig in Dienste Petzvals, so daß er als eine Art Privatassistent desselben galt. Er half ihm bei den wissenschaftlichen Arbeiten namentlich in rechnerischer Beziehung, zumal Petzval nicht gerne selbst schrieb, da er an Schreibkrampf litt. In dem Werke: „Integration der linearen Differentialgleichungen“ hat Derffel sogar ein Kapitel selbständig bearbeitet, wie dies auch Petzval in der Vorrede zu diesem Werke ausdrücklich hervorhebt.

Wie schon erwähnt, war Derffel aber auch ein hervorragender Musiker, ein Virtuose auf dem Klavier. Er verfolgte ausschließlich die klassische Richtung, wie dies auch im Burgschen Hause der Fall war: Mozart, Haydn, Mendelssohn, namentlich aber Beethoven, haben die Hauptrolle gespielt. Als sich später Derffel von der Wissenschaft zurückzog und sich ausschließlich der Musik hingab, ist er auch in Frankreich und England gewesen, wahrscheinlich um in Konzerten mitzuwirken. Auf seiner Rückreise — es mußte so um 1860 gewesen sein — besuchte er mich hier. Natürlich unterhielten wir uns vor allem über unseren Petzval. Er erzählte unter anderem, daß er in London in den Räumen einer hervorragenden Gesellschaft — wenn ich nicht irre, der Royal phot. society of great Britain — an den Wänden vier Bilder von den damaligen hervorragendsten Fachgelehrten gesehen habe; darunter war das eine jenes von Petzval. Daß dieser auch in England gekannt und hochgeschätzt werde, war für Derffel von außerordentlicher Befriedigung.

Ferner erzählte er mir, daß sich Petzval zur Zeit mit theoretischer und praktischer Musik befasse. Es hätte ihm nämlich im Jahre 1858 der damals bestbekannte Gitarrenmacher Staufer ein von dem russischen Musiker Davidow stammendes Holzmodell samt Zeichnung für die Verfertigung eines Saiteninstrumentes zur Begutachtung übergeben. Dies veranlaßte Petzval sich mit der Konstruktion der Saiteninstrumente und insbesondere der Resonanzböden zu beschäftigen, wobei er fand, daß das Davidowsche Instrument nach dessen Projekt undurchführbar sei. Staufer habe dann das fragliche Instrument nach Petzvals Berechnungen verfertigt; es war, wie das Klavier, für sechs ganze und sechs halbe Töne, also zwölfstufig eingerichtet und konnte sonach von jedermann gespielt werden. Bei Behandlung dieses

*) Damals Assistent des Professors Hesler.

**) Damals Assistent Petzvals.

*** Integration der linearen Differentialgleichungen mit konstanten und variablen Koeffizienten. Wien 1853 und 1859. Braumüller und Gerold.

*) Roue hydraulique à aubes courbes, Système Poncelet. Par J. Kraft. Paris et Liège 1859, E. Noblet, Editeur.

Instrumentes sei nun Petzval neben den merkwürdigen Eigenschaften des zwölfstufigen Systems auch auf dessen Mängel aufmerksam geworden und aus diesem Grunde habe er sich entschlossen, eine gründliche und erschöpfende mathematische Theorie der Tonsysteme aufzustellen, wie sie bisher in der Wissenschaft noch gänzlich vermißt wurde.

Zunächst ließ er zum Behufe der einschlägigen praktischen Studien von Staufer auch ein dem Davidowschen ähnliches Instrument in der Form einer großen Gitarre nach seinen eigenen Berechnungen herstellen, bei dem jedoch das Griffbrett nicht nach dem zwölf-, sondern nach einem mehrstufigen Tonsystem eingeteilt war. Das Instrument soll einen ungemein schönen, melancholischen Ton gegeben haben, ähnlich jenem einer Harfe, weshalb Petzval es auch „Guitharfe“ benannt hat.*)

Als Derffel in Paris war besuchte er Rossini und Gounod, für welche er große Verehrung hatte. Damals war gerade Wagner aufgetreten und Derffel sagte uns: „Wagner est un grand génie, mais un mauvais génie pour la musique“. Ob das seine eigene Meinung war oder bloß die, welche er aus Paris mitgebracht hatte, weiß ich nicht zu sagen.

Stampfer. Den „alten Stampfer“ hielt Petzval sehr in Ehren, besonders als genauen Beobachter und Kenner wissenschaftlicher Instrumente. Was mich betrifft, so war ich zweimal sein Schüler. Im Studienjahre 1847/48 wurde das Institut geschlossen, und wir konnten bei Stampfer unseren Kursus nicht vollenden und keine Prüfungen machen. Im darauffolgenden Jahre blieb das Institut geschlossen und

wurde erst 1849/50 wieder eröffnet. Wir mußten also die vor zwei Jahren begonnenen Kurse wiederholen; für die praktische Geometrie tat ich dies jedoch erst 1850/51. Wie war da alles ganz anders geworden! Im Studienjahre 1847/48 hatten wir unseren „alten Stampfer“ mit seinem Sohne als Assistenten. Dieser letztere war ein hochbegabter Mann, trug aber schon damals den Keim der Schwindsucht in sich, welche ihn sehr jung dahinraffte. Er trug uns als Extravorlesung die Gaußsche Theorie der Methode der kleinsten Quadrate ausgezeichnet gut vor. Und nun 1850/51 weder der alte noch der junge Stampfer mehr! Doppler war an seiner Stelle mit einem Assistenten, dessen Namen ich vergessen habe.

Wie es kam, kann ich nicht sagen, aber Doppler hatte von Anfang an keine Sympathien bei seinen Schülern. Diese vermißten den alten Herrn, in dem sie den großen Gelehrten verehrten und den sie lieb hatten, trotzdem er sie manchmal recht tüchtig abgekanzelt hatte. Zum Glücke dauerte dieses Interregnum nicht lange. Doppler bekam eine andere Stellung und — wir hatten unseren alten Stampfer wieder! Sein Assistent — später Schwiegersohn — war Dr. Herr.

Das war uns allen recht und ein neuer Geist kam über uns. Ich glaube, Stampfer hatte nie bessere Schüler gehabt, als in seinen letzten Jahren. Aber was hielt er auch für schöne Vorlesungen! Höhere Geodäsie, Landkartenkunde, Sonnenuhren, Bahnkurven, Gradmessungen u. s. w. So gehörte also auch ich zu seinen letzten Schülern, und auch nachdem ich schon Assistent und er nicht mehr Professor war, sah ich ihn noch öfter und kam zu ihm.

Seraing, im Mai 1905.

Ein neues Radiumvorkommen.

Von Dr. S. Saubermann, Berlin.

Ein alter Erfahrungssatz der Naturwissenschaft besagt, daß die erste Auffindung irgend eines noch so seltenen Materials um so eher von der Entdeckung neuer Fundquellen gefolgt wird, je intensiver das Bedürfnis nach ihm ansteigt. So war es beispielsweise bei dem Thorium, nach welchem die rasch aufblühende Technik der Gasglühkörper dringend verlangte, und ebenso beim Osmium, das so ungemein selten war, daß jedermann daran zweifelte, daß eine wirkliche Lampenfabrikation darauf begründet werden dürfe, und von dem doch schon genügende Mengen gefunden sein sollen. Aber aus viel mehr Gemütern quillt der Wunsch und die Sehnsucht, größere Mengen des wunderbarsten aller Elemente — des Radiums — für wissenschaftliche und therapeutische Zwecke zu erlangen; vorläufig ungestillt, da die Eigentümerin der bis jetzt einzig in Betracht kommenden Pechblende-Bergwerke, die österreichische Regierung, die dort abfallenden Uranerz-Laugrückstände mit Beschlag belegt hat. Und wenn auch technisch verwertbare Radiumlager, bzw. radiumhaltige Uranerze, dem an die Spitze dieser Abhandlung gesetzten Axiome zum Troste bis heute noch nicht aufgeschlossen sind (was schließlich aber auch über kurz oder lang geschehen kann); inzwischen hat es sich ganz klar gezeigt, daß das Radium durchaus kein sehr seltenes Element ist, wenn es sich auch leider vorläufig in einer Verdünnung vorfindet, die seine fabrikmäßige Herstellung zu einem Sport für amerikanische Millionäre machen würde. Da aber dieses Vorkommen an sich hochinteressant ist, sollen einige einfache Erläuterungen hier Platz finden.

Die ersten Pfadfinder auf diesem Gebiete der Radiumforschung waren die Professoren Elster und Geitel, deren Arbeiten direkt von einer allgemeinen Verbreitung des Radiums auf der Erde sprachen. Tatsächlich gelang ihnen der Nachweis, daß tonhaltige Ackererde häufig nicht unerheblich selbsttätig strahlend (radioaktiv) sei. Und in noch erhöhtem Maße lieferte der zu Heilzwecken angewandte, aus Italien kommende Fango günstige Resultate. Die Radioaktivität dieser Materialien wurde physikalisch bestimmt, nämlich an Elektroskopen, d. h. elektrisch geladenen Apparaten, die Ladung oder Entladung durch Ausbreiten oder Zusammenklappen von Goldblättchen anzeigen, abgelesen. Sie war nicht überwältigend hoch, denn Pechblende aus St. Joachimsthal in Böhmen oder Johannegeorgenstadt in Sachsen ist rund eintausend mal aktiver, bringt also die ausgebreiteten, weil elektrisch geladenen,

Goldblättchen tausendmal schneller zum Herunterfallen als Fango und tonige Ackererde. Nichtsdestoweniger gelang den Forschern sogar auch noch der Beweis, daß letztere Spuren von Baryum, dem unvermeidlichen Begleiter des Radium, enthalte; einen zweiten Wahrscheinlichkeitsbeweis für das Vorhandensein des teuersten Elementes bot das Anhalten der Radioaktivität, die sich dadurch als eine primäre, nicht etwa übertragene (induzierte) entpuppte.

Dieses hübsche Resultat bot einem unserer verdientesten Radiumforscher, dem Prof. F. Giesel in Braunschweig, die Veranlassung, dem Chemismus der neuen Erscheinung ganz auf den Grund zu gehen, zumal er nicht nur ein Berufener war, sondern auch als Direktor einer großen Fabrik die Apparate für chemische Arbeiten im Großen zur Verfügung hatte. Auf einem für den Nichtchemiker ein wenig komplizierten Wege gewann er aus etwa 60 kg feuchten Fangos rund 400 mg radioaktives Baryumkarbonat. Es war schon so erheblich selbsttätig strahlend, daß beispielsweise der bei solchen Versuchen benutzte Leuchtschirm — aus Baryumplatincyanoür bestehend — in der Dunkelkammer durch die von den 400 mg kohlensauren Baryums ausgehenden unsichtbaren Becquerelstrahlen zum Leuchten angeregt wurde. Ebenso interessant ist es, daß gleichzeitig zirka 50 mg von der Oxalsäureverbindung einer seltenen Erde (radioaktives Lanthan) mitausgefällt wurden, die gleichfalls — wenn auch schwächer — den Leuchtschirm zur Reaktion zwang. Sowohl Baryum als auch die Ammoniakfällung (Lanthanoxalat) haben ihre strahlende Kraft seit 11½ Jahren beibehalten; das beweist wiederum, daß ersteres etwas Radium, letzteres ein wenig Radiolanthan (von Giesel Emanium benannt) enthielt.

Durch freundliche Vermittlung von Dr. Cuomo auf Capri empfing Giesel 40 kg gewöhnlicher Capenser Ackererde. Sie enthält, was äußerst rätselhaft ist, nicht die geringste Spur von freier oder chemisch gebundener Schwefelsäure. Dieser Zufall muß als glücklicher bezeichnet werden, denn er erleichterte die chemische Arbeit ungemein. Etwa vorhandene Schwefelsäure würde sich nämlich sonst unbedingt zu allererst mit dem kohlensauren Baryum der Erde zu Baryumsulfat verbunden haben, das in allen Säuren unlöslich ist und umständliches Verarbeiten (Kochen oder Schmelzen mit Soda etc.) erfordert hätte. So aber konnte man die Erde einfach mit Salzsäure auslaugen, die das Baryumkarbonat nebst einigem Kalziumkarbonat (kohlensaurer Kalk) u. a. m. einfach auslaugte, eine Prozedur, die dreimal mit stets steigenden Mengen vollführt werden mußte, ehe sich halbwegs günstige Resultate verzeichnen ließen.

*) Dieses Instrument, auf welchem Petzval in seinem späten Alter oft und gerne musiziert hat, existiert noch; nach Petzvals Tode hat es die Wiener Musikinstrumentenfirma P. I. P. erworben.

Die erste Behandlung mit Salzsäure lieferte nämlich eine beträchtliche Menge von Baryumchlorid, die rund 9 g Baryumkarbonat mit sehr schwacher und rapid abnehmender Radioaktivität ergab, sich also als beinahe kein radiumhaltiges Material erwies. Zudem wurden noch rund 250 mg Erden aus der Ceriumgruppe (Cer, Lanthan, Didym) als Oxalat und 1300 mg sehr stark aktiver emaniumhaltiger Ammoniakniederschlag gefällt.

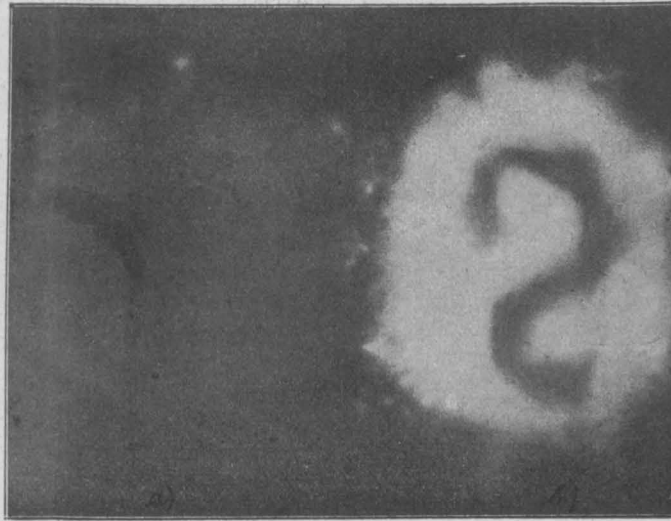
An der Hand der Forschungsergebnisse muß man die geringe Radioaktivität auf das Konto der Induktion setzen, da erfahrungsgemäß Radium alle anderen Körper aktiviert, wie z. B. ein Magnet einen Stahlstab magnetisiert.

Nicht unerheblich günstiger arbeitete die zweite Auslaugung mit Salzsäure, wobei ein kleiner Überschuß davon genommen wurde. Wohl resultierten keine aktiven Edelerden mehr, wahrscheinlich, weil sie schon von der ersten Säure herausgeholt worden waren, auch betrug die aus der Baryumchloridmasse gewonnene Menge Baryumkarbonat nur 2500 mg, aber ihre Aktivität schon 13.000 V Zerstreuung (so wird nach Angaben Curies die Radioaktivität gemessen, indem man am Elster-Geitel-Elektroskop die Menge der entladenen Elektrizität abliest). Nach drei Wochen maß die Aktivität schon 16.000 V

gewonnene Radiumbaryumkarbonat als ein ziemlich wertvolles betrachten. Allerdings sind auch seine Gesteungskosten darnach. Die beiden zuerst gewonnenen Baryum-Verbindungen führte Giesel, da sie an sich zu wenig strahlend waren, in Baryumbromid über, von dem wir wissen, daß es leichter löslich als Radiumbromid ist, wodurch beim Umkristallisieren und Ausfällen der Salze durch Abkühlung immer radiumreicheres Bromid sich ergibt. Schon nach einigen solchen

Prozeduren konnte Giesel zirka 500 mg Baryumbromid als viel aktiver als das Ausgangsmaterial erkennen. Nicht nur, daß es den Baryumplatincyansschirm zum schwachen Leuchten brachte, es sendet auch seit der durch Glühen verursachten Austreibung des Wassergehaltes und dem Einschmelzen in ein Glasröhrchen, konstant auch sichtbares Licht aus, jenes grünlich-bläuliche Glühwurmlicht, das als Eigenphosphoreszenz gewisser Radiumverbindungen längst entlarvt worden ist.

Ob die Arbeiten Prof. Giesels vielleicht später einmal praktische Resultate zeitigen werden, steht noch sehr dahin. Wie bekannt, dürfte in etwa 10 t Pechblende 1 g reines Radium sein. Da die Aktivität der Ackererde tausendmal geringer als Pechblende ist, so würde man ungefähr 1000 t, also 1.000.000 kg, 100 Waggonladungen, davon verarbeiten müssen, um 1 g Ra-



a.

Abb. 1.

b.

Photographie eines aus zusammengefaltetem Staniol bestehenden S mit Radiumbaryum, das aus Caprenser Ackererde stammt.

a) nach 12, b) nach 36 Stunden Belichtung.

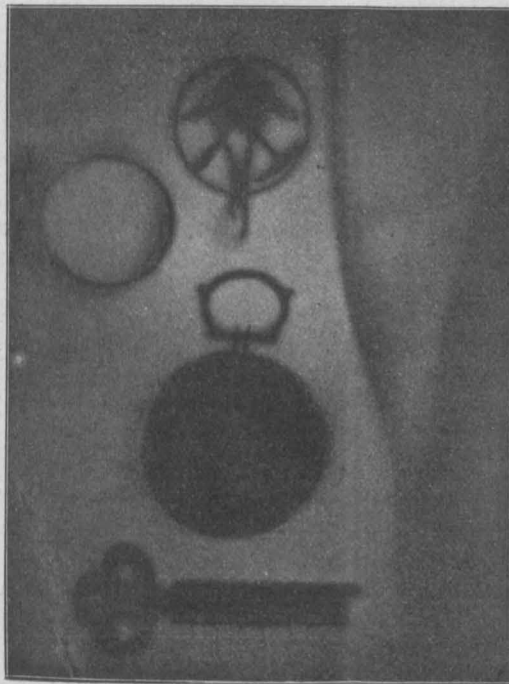


Abb. 2.

Eine gewöhnliche Photographie von Metallgegenständen mit Radiumbromid nach zwei Minuten Belichtung.

Zerstreuung — ein untrügliches Zeichen für das Vorhandensein von Radium, da dieses von allen bekannten radioaktiven Substanzen die einzige ist, deren Salze nach dem Auskristallisieren aus einer Lösung langsam an Strahlungsfähigkeit bis zu einem gewissen Kulminationspunkte zunehmen.

Etwa aufsteigende Zweifel muß das Resultat der dritten Auslaugung mit großem Überschusse von Salzsäure bannen. Wohl sind es nur 150 mg aus dem Chlorid gewonnenes kohlensaures Baryum, aber die Radioaktivität des Präparates stieg selbsttätig von 33.000 V Zerstreuung auf 192.000. Und da die Aktivität des reinen Radiumbromides ungefähr 1.800.000 mißt, so darf man das aus Caprenser Ackererde

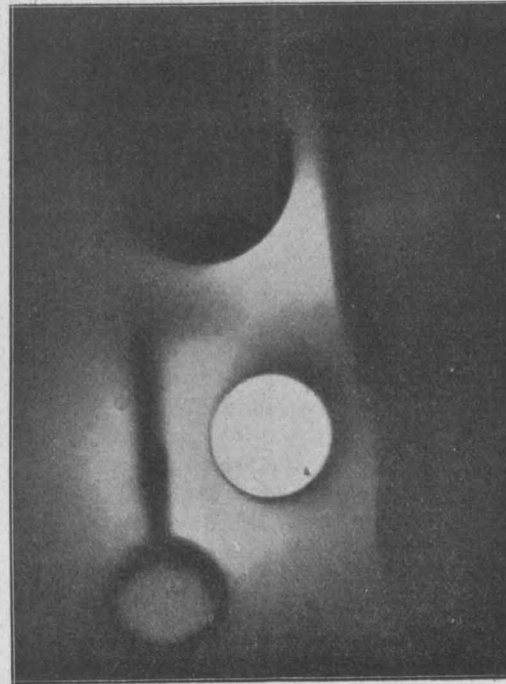


Abb. 3.

Eine ganz außergewöhnliche, noch unveröffentlichte Photographie mit Ra, die das Phänomen der ganz vollständigen Durchstrahlung einer Nickelmünze zeigt, wobei deren Rand sonderbarer Weise Schatten wirft und hiemit beweist, daß es sich nicht etwa um einen kreisrunden Ausschnitt in der schwarzen Kartenhülle der Platte handelt.

dium zu gewinnen. Kostet aber heute nach Curie 1 g Radiumbromid Frs 200.000, und wird es auch in London mit M 400.000 bezahlt, so würde es durch das neue Verfahren wohl auf nicht weniger als Frs 2.000.000 kommen — ein etwas hoher Preis für ein Material, dessen wissenschaftliche Bedeutung wohl ungeheuer groß, dessen praktische Verwertbarkeit, z. B. für die Behandlung von Lupus und Krebsgeschwüren, noch ungewiß ist. Aber das soll uns nicht abhalten, zu hoffen, daß eines Tages doch noch große Uranerzlager entdeckt werden, denn Radium ist auf und in der Erde eine durchaus nicht seltene Substanz.

Vereins-Angelegenheiten.

Fachgruppe für Gesundheitstechnik.

Bericht über die Versammlung vom 8. Februar 1905.

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung mit einigen Mitteilungen, worauf die Neuwahlen für den Ausschuß der Fachgruppe vorgenommen werden. Gewählt wurde Herr k. k. Inspektor Vincenz Pollack als Obmann und die Herren k. k. Baurat Josef Riedel und Ober-Ingenieur Heinrich Stolz als Ausschußmitglieder. Herr Inspektor Pollack dankt mit kurzen Worten für die Wahl, die er anzunehmen erklärt.

Hierauf folgen die beiden angekündigten Vorträge des Herrn Ober-Ingenieur Attilio Rella: „Über das biologische Verfahren“ und des Herrn k. k. Bezirksarzt Privatdozent Dr. Ignaz Kaup: „Weitere Resultate über den Reinigungseffekt der Abwässeranlagen in Leopoldsdorf“.

Der erstere Vortrag ist bereits in der „Zeitschrift“ veröffentlicht worden, bezüglich des letzteren Vortrages wird auf eine ausführlichere Publikation der Resultate in der „Österreichisch-ungarischen Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft“ verwiesen.

An die Vorträge schließt sich eine sehr interessante Debatte, an welcher sich die Herren Baurat J. Riedel, Baurat Kohl, Ingenieur L. Roth, Ober-Ingenieur Rella und Dr. Kaup beteiligen. Im nachstehenden wird dieselbe auszugsweise mitgeteilt.

Bau-Ingenieur L. Roth bemerkt, Herr Kollege Rella hat in übersichtlicher Weise das Wesen und die Entwicklung der biologischen Abwasserreinigungsmethoden erläutert, und die in England und Deutschland heute vorwiegend verbreiteten Anschauungen hinsichtlich der sich bei den Zersetzungs- und Reinigungsprozessen in den Absatzbecken und Oxydationskörpern abspielenden Vorgänge besprochen. Nachdem Herr Rella bezüglich des Wertes der sogenannten Faulkammer auch seiner eigenen Meinung Ausdruck gegeben hat und Redner sich mit dieser Meinung — insofern sie die Anwendung der Faulkammer befürwortet — in gewisser Beziehung im Widerspruch befindet, erlaube er sich auch seine Anschauung zum Ausdruck zu bringen. In England ist man im allgemeinen für die Faulkammer eingenommen, in welcher nach englischer Auffassung die anäroben Prozesse stattfinden, wobei die gelösten organischen Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen unter Bildung von reichlichen Schwefelwasserstoff- und Kohlensäuremengen abgebaut werden und ebenso die unlöslichen Stickstoffverbindungen, welche hierbei in Lösung gehen. Daran schließt sich dann im Oxydationskörper die Tätigkeit der anäroben Bakterien, wodurch die Überführung der organischen Stoffe in Kohlensäure und Nitrate (Mineralisierung) geschieht. In Deutschland dagegen hält man vielfach einen durch Reduktionsprozesse bewirkten Abbau der organischen Substanzen für eine befriedigende Reinigung keineswegs erforderlich und ist vielmehr der Ansicht, daß die Stickstoffverbindungen auch direkt mineralisiert werden können, und daß hierbei nicht nur Kleinlebewesen, sondern auch physikalisch-chemische Vorgänge wirksam auftreten. Eine Faulkammer ist hierbei nicht nötig. *)

Bei uns in Österreich kommt mehr wie anderwärts, noch ein wirtschaftliches, bzw. materielles Moment hinzu. Viele kleine und mittlere Städte, denen heute die Behörde die Reinigung der Abwässer aus dem städtischen Kanalisationsnetz teils nahe gelegt, teils aufgetragen hat, empfinden es umsomehr als eine schwere Belastung, die meist bedeutenden Kosten einer Reinigungsanlage der Abwässer tragen zu müssen, als nicht immer eine stark entwickelte Industrie vorhanden ist, welche diese Kosten tragen hilft. Wenn auch das Beste anzustreben ist, so sind doch die Mittel auch ein gebieterischer Faktor, und eine Faulkammer, welche womöglich die Abwassermenge von 24 Stunden aufspeichern soll, kommt besonders als gedecktes Reservoir ziemlich teuer. Beispielsweise produziert eine Stadt von nur 20.000 Einwohner mindestens 1500 m³ Abwasser täglich — bei Trockenabfluß, also Trennsystem vorausgesetzt. Ein Reservoir für 15.000 hl kostet aber mindestens K 60.000 ohne mechanische Einrichtung. Dann erst kommen die bedeutenden Kosten für die Filter.

*) In diesem Gegensatz der Anschauungen befinden sich anerkannte Autoritäten.

Insolange also die Möglichkeit der Reduktion und des Abbaues der in den Abwässern enthaltenen gelösten und ungelösten organischen Stoffe ohne Faulkammer gegeben ist, und insolange die Anschauungen der maßgebenden praktischen und wissenschaftlichen Faktoren nicht übereinstimmen, ist Redner aus ökonomischen Gründen für das Weglassen der Faulkammer. Etwas anderes ist es mit Vorrichtungen für die mechanische Reinigung, bzw. Sedimentation der Schwebestoffe vor Beschickung der Filter, welche jeder Anlage mit Fällbecken (Oxydationskörpern) oder Tropfkörpern vorgeschaltet werden sollten, und wodurch die Leistungsfähigkeit der Filter erhöht wird. Jedoch ergeben sich für solche Absatzbecken nach den neuesten, streng wissenschaftlich durchgeführten Untersuchungen des Stadtbaurates Steuernagl in Köln a. Rh. verhältnismäßig sehr geringe Dimensionen, der Aufenthalt der Jauche in denselben ist von kurzer Dauer, ein Fäulnisprozeß tritt nicht ein und ist auch nicht beabsichtigt. Die Kosten stellen sich natürlich geringer, denn der Fassungsraum beträgt nur einen Bruchteil der Tagesproduktion.

Baurat Kohl gibt der Anschauung Ausdruck, daß während des Kontaktes in den Oxydationskörpern die Ausfällung der gelösten Stoffe aus der zu reinigenden Flüssigkeit, wie von Prof. Dunbar durch eingehende Versuche nachgewiesen werde, als eine Wirkung der Absorption aufzufassen ist. Die in England verbreitete Ansicht, daß die Ausscheidung der gelösten Stoffe durch die Tätigkeit von Kleinlebewesen bewirkt wird, scheint nicht zutreffend zu sein, da selbst bei nur 4 bis 5 Minuten Kontakt, wie dies bei der Anlage in Mödling der Fall ist, ein bedeutender Reinigungseffekt erzielt wird, und diese Zeit für die Entfaltung einer bakteriellen Wirksamkeit unmöglich ausreichend ist. Aber auch für die von Stadtbaurat Bredt-schneider ausgesprochene Meinung, daß im Oxydationskörper die Ausfällung der gelösten Stoffe ausschließlich durch Schwere und Adhäsion zustande kommt, dürfte es schwer fallen, einen überzeugenden Nachweis zu erbringen.

Betreffs der Wirksamkeit der Faulbecken hebt Baurat Kohl hervor, daß in England nach jahrelangen Beobachtungen und Erfahrungen diese Becken sich allgemein Eingang verschafften und, neben anderen sehr bedeutenden Vorteilen, auch eine Reduktion des Schlammes bewirken. Die Schlammplage ist ein nicht zu leugnender Übelstand der Abwasserreinigung. Wenn bei der Versammlung des deutschen Vereines für Gesundheitspflege zu Dresden der theoretische Düngerwert des getrockneten Schlammes mit M 6 — pro m³ angegeben wurde, so darf wohl nicht übersehen werden, daß auf eine Abnahme des Schlammes, selbst von solchem aus Absatzbecken, im größeren Maßstabe durch Landwirte nicht gerechnet werden kann, und daß, wenn selbst eine Abfuhr stattfindet, für den Schlamm keine oder nur sehr geringe Beträge vergütet werden. Dies ist auch in Charlottenburg der Fall, wo 1 m³ abgetrockneten Schlammes für 30 Pfg. abgegeben wird.

Was die Reinigung der Diffusions- und Schnitzelpreßwässer aus der Zuckerfabrik in Leopoldsdorf betrifft, so bemerkt Baurat Kohl, daß er bereits anlässlich der Darstellung der Reinigungsanlage durch den Vortragenden unmittelbar nach der Inbetriebstellung der Fabrik auf die zu geringe Fassungsfähigkeit der Absatzbecken, die mit 76 m³ bemessen wurde, und auf die hohe Inanspruchnahme der Oxydationskörper hingewiesen habe. Die vier primären Oxydationskörper besitzen zusammen 576 m³, die acht sekundären Körper 1152 m³ Inhalt, die innerhalb 24 Stunden zu reinigenden Abwässer betragen 1700 bis 1900 m³. Bei 50% Wasseraufnahmefähigkeit wurde für die Primärkörper eine täglich sechsmalige, für die Sekundärkörper eine dreimalige Füllung vorausgesetzt. Aus der sehr dankenswerten, in der „Hygienischen Rundschau (Nr. 7, 1903) veröffentlichten Abhandlung der Herrn Dr. Grasberger und Dr. Hamburg, welche die Anlage im ersten Betriebsjahre wiederholt besichtigten und auf ihre Wirksamkeit untersuchten, geht hervor, daß die Wasseraufnahmefähigkeit der Primärkörper, welche anfangs 50% betragen hat, nach zehntägigem Betriebe auf 40%, nach 25 Betriebstagen auf 32% und nach 67 Tagen auf 21% herabgesunken war. Das auf die Primärkörper geleitete Abwasser enthielt ungefähr 1400 mg Sedimente im Liter. Davon hielt der Primärkörper beiläufig 700 mg, der Sekundärkörper 400 mg zurück, während 300 mg in die Vorflut gelangten. Das Rohwasser erforderte

rund 3500 mg Kaliumpermanganat zur Oxydation, der Abfluß aus der Reinigungsanlage 1200 mg. Der Reinigungseffekt betrug daher rund 66%, was bei den unzulänglichen Anlagen eine anerkanntswerte Leistung ist. Wird in Betracht gezogen, daß die Berliner Kanaljauche zur Oxydation 300 bis 400 mg Kaliumpermanganat erfordert, der Abfluß aus der Reinigungsanlage der Zuckerabwässer aber 1200 mg, so erhellt wohl, daß die Abflüsse aus der Fabrik auch auf die Vorflut nicht ohne schädigenden Einfluß bleiben könnten.

Wie der Herr Vortragende mitteilte, sind seither noch vor den Absitzbecken umfangreiche Vorkehrungen zur Rückhaltung der gröberen Sedimente angeordnet worden. Diese mögen wohl einen günstigen Einfluß gegen die rasche Verschlammung der Oxydationskörper ausüben, immerhin bleibt die Tatsache bestehen, daß nach allen Erfahrungen, die mit derartigen Reinigungsanlagen gemacht wurden, die Größe der derzeit zur Verfügung stehenden Oxydationskörper einen anstandslosen Betrieb nicht zu gewährleisten imstande sind.

Herr Ober-Ingenieur Rella erwidert, daß Stadtbaurat Bredtschneider seine Anschauungen über die Vorgänge im Oxydationskörper bei der Versammlung in Danzig in Anwesenheit einer größeren Zahl hervorragender Fachleute darlegte, und von keiner Seite ein Widerspruch dagegen erhoben wurde. Ferner weist Herr Ober-Ingenieur Rella darauf hin, daß bei Beurteilung des biologischen Verfahrens in ökonomischer Beziehung man nicht die Kosten der Faulkammer allein sondern die Kosten der gesamten Reinigungsanlage und hauptsächlich auch des Betriebes in Berücksichtigung ziehen soll, und dann wird sich herausstellen, daß die Kosten der Anlage der Faulkammer die Anlagekosten der übrigen Stationen und ganz besonders die Betriebskosten der gesamten Anlage reduzieren werden. Redner möchte aber diese Frage nicht allein von ökonomischem Standpunkte beurteilt sehen, wenn es sich als richtig herausstellen sollte, was von allen Hygienikern angenommen wird, daß in der Faulkammer die pathogenen Keime eine Veränderung

erfahren, die ihre Ansteckungsfähigkeit günstig beeinflussen, denn in einem solchen Falle müssen die hygienischen Rücksichten den ökonomischen vorangestellt werden, abgesehen davon, daß dann die Desinfektion einfacher, billiger und wirkungsvoller herzustellen möglich wäre.

Dr. Kaup bemerkt zu den Ausführungen des Herrn Baurat Kohl, daß die Verallgemeinerung der zum Teil ungünstigen Resultate während der ersten Kampagne 1902–1903 der Zuckerfabrik auf die späteren Jahre nicht angehe. Die Abwässer-Reinigungsanlage für die Diffusions- und Schnitzelpreßabwässer in Leopoldsdorf sei der erste Versuch im großen gewesen, diese gefährlichen Abwässer durch eine Oxydations-, bezw. Vergärungsanlage unschädlich zu machen. Es sei natürlich, daß zu Beginn sich Betriebs- und Manipulationsfehler fühlbar machen mußten. Diese Gebrechen sind später, wie er des genaueren soeben ausgeführt habe, im wesentlichen behoben worden. Alle Vergleiche mit der Berliner Kanaljauche entbehren aus dem Grunde der notwendigen Beweiskraft, weil die Zusammensetzung städtischer Abfallwässer und der Abwässer von Zuckerfabriken hauptsächlich nach ihrem Stickstoff- und Kohlehydratgehalt hin grundverschieden und auch die Deutung des Permanganatsverbrauches bei den letzteren Abwässern eine wesentlich andere ist. Was die Dimensionen der Leopoldsdorfer Anlage anlangt, so könne das Ausmaß einer kurz wirkenden Kampagneanlage stets sparsamer als bei einem kontinuierlichen Betriebe für städtische Abwässer genommen werden. Die Leopoldsdorfer Anlage genügt gerade den bei der eigenartigen Beschaffenheit der Abwässer zu stellenden Anforderungen, und mehr konnte von der sanitären Aufsichtsbehörde nicht verlangt werden.

Nach Schluß der Diskussion dankt der Vorsitzende den beiden Vortragenden sowie jenen Herren, welche sich an der Diskussion beteiligt haben, und verabschiedet sich als Obmann der Fachgruppe.

Der Obmann:

F. Berger.

Der Schriftführer:

Alex. Swetz.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Kaiser hat Herrn Karl Pichelmayer, Ingenieur in Wien, zum ordentlichen Professor der Theorie und Konstruktion elektrischer Maschinen an der Technischen Hochschule in Wien ernannt.

Herr Dr. Paul Ludwik wurde zum Supplenten für mechanische Technologie an der Bauingenieur- und der Hochbauschule sowie zum Privatdozenten für technologische Mechanik an der Technischen Hochschule in Wien ernannt.

† Josef Frank, Ober-Inspektor der Südbahn (Mitglied seit 1895), ist am 8. d. M. nach kurzem Leiden im 68. Lebensjahre gestorben.

Offene Stelle.

76. An der deutschen Technischen Hochschule in Brünn kommt mit dem Studienjahre 1905/1906 eine Assistentenstelle bei der Lehrkanzel für mechanische Technologie, mit welcher ein mechanisch-technisches Laboratorium verbunden ist, zur Besetzung. Die Ernennung erfolgt auf zwei Jahre und kann zweimal um je zwei Jahre verlängert werden. Die mit dieser Assistentenstelle verbundene Jahresremuneration von K 1400 wird nach Ablauf des zweiten und vierten Dienstjahres um je K 200 erhöht. Gesuche mit einem curriculum vitae, den Staatsprüfungs- und sonstigen Zeugnissen belegt, sind bis 31. Oktober l. J. beim Rektorate der genannten Hochschule einzureichen.

77. An der k. k. Staatsgewerbeschule in Graz kommt am 1. Jänner 1906 eine Lehrstelle in der IX. Rangsklasse für Maschinenkunde, Maschinenzeichnen und verwandte Fächer zur Besetzung. Mit dieser Stelle sind ein Anfangsgehalt von K 2800, die Aktivitätszulage von jährlich K 600 und der Anspruch auf fünf Quinquennalzulagen (die ersten zwei zu je K 400, die drei folgenden zu je K 600 jährlich) verbunden. Gesuche mit dem Nachweise über die mit Erfolg abgelegten beiden Staatsprüfungen an der Maschinenbau-Abteilung einer Technischen Hochschule sind bis 11. November l. J. bei der Direktion der genannten Lehranstalt einzureichen. Näheres im Anzeigenblatte.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Die öffentliche Ausschreibung der Bauarbeiten für den Tauerntunnel (8526 m lang) und der Unterbauarbeiten u. s. w. für die anschließenden Baulose der offenen Strecke der Tauernbahn

(nördliches Baulos 6 Badgastein–Böckstein Km 30.4–34.6, südliches Baulos 9 und 10 Mallnitz–Obervellach Km 43.1–52.5) wird in einigen Wochen erfolgen. Die beiden offenen Strecken werden nur mit der jeweils anschließenden Tunnelseite gebunden zur Vergebung kommen. Mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse des von der Tauernbahn durchzogenen Geländes wird solchen Bauunternehmungen, welche Anbote auf die bezeichneten Bauarbeiten zu stellen beabsichtigen, über schriftliches oder mündliches Ansuchen bei der k. k. Eisenbahnbauverwaltung, Wien, VI Gumpendorferstraße 10–12, schon jetzt durch die k. k. Eisenbahnbauverwaltung Schwarzach im Pongau der Übersichts-lageplan mit Längenschnitt der Baulose 6 und 7 (Badgastein–Tauern-tunnel Nordseite) und durch die k. k. Eisenbahnbauverwaltung Spittal a. d. Drau, jener für die Baulose 8, 9 und 10 (Tauern-tunnel Süd-seite–Obervellach) ausgefolgt. Außerdem wird solchen Bauunternehmungen schon derzeit die Einsichtnahme in die übrigen, bei der k. k. Eisenbahnbauverwaltung und den vorgenannten k. k. Eisenbahnbauverwaltungen vorhandenen, zum öffentlichen Gebrauche bestimmten Behelfe – insoweit dieselben fertiggestellt sind und soweit dies der ungünstigste Dienstbetrieb der bezeichneten Amtsstellen gestattet – ermöglicht werden.

2. Für die Erbauung einer neuen Kondensationswasser-Pumpenanlage bei den Zentralen der Wiener städtischen Elektrizitätswerke, XI Simmeringerlande, gelangen nachstehende Arbeiten und Lieferungen im Offertwege zur Vergebung: a) Erd- und Bau-meisterarbeiten im veranschlagten Kostenbetrage von K 93.714.67 und K 18.000 Pauschale; b) Lieferung der Traversen, einer gußeisernen Säule- und verschiedener Eisenkonstruktionen im veranschlagten Kostenbetrage von K 4583.60 und K 600 Pauschale und c) Schlosserarbeiten im veranschlagten Kostenbetrage von K 4523.30 und K 500 Pauschale. Die Offertverhandlung findet am 16. Oktober l. J., vormittags 10 Uhr, in der Volkshalle im neuen Wiener Rathause statt. Vadium 5%. Pläne, Kostenanschläge und Bedingungen können bei der Direktion der städtischen Elektrizitätswerke, VI Rahlgasse 3, eingesehen werden.

3. Vergebung der Herstellung des Brückenunterbaues der auf der Alföld Transversalstraße befindlichen Brücke Nr. 7. Die Kosten sind mit K 8908.86 veranschlagt. Anbote sind bis 17. Oktober l. J., vormittags 9 Uhr, beim k. u. Staatsbauamte in Arad einzureichen, bei welchem auch die bezüglichen Offertbehelfe eingesehen werden können. Vadium 5%.

4. Vergebung des Baues eines Schulgebäudes in der Gemeinde Simanovci bei Semlin im veranschlagten Kostenbetrage von K 23.278.28. Die Offertverhandlung findet am 18. Oktober l. J., vormittags 10 Uhr, bei der dortigen Gemeindevorstellung statt. Plan,

Kostenanschlag und Baubedingungen können beim technischen Referenten der k. Bezirksbehörde in Semlin eingesehen werden. Vadium 50%.

5. Die Direktion der Belgrader Wasserleitung vergibt im Offertwege die Lieferung von Dampfpumpmaschinen und Dampfkesseln (Kautions Frs 20.000), ferner Gußeisenröhren und Formstücken (Kautions Frs 30.000). Angebote sind bis 18. Oktober l. J. an die genannte Direktion zu richten.

6. Die Baudirektion der Südbahn vergibt im Offertwege die Lieferung von 1600 m³ Eichenschwellen außergewöhnlicher Dimensionen und 6000 Stück Eichenschwellen für normalspurige Nebenbahnen. Angebote sind bis 20. Oktober l. J. bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch Offertformulare und Bedingungen samt Schiedsgerichtsordnung sowie das Stückzahl und Dimensionen der außergewöhnlichen Schwellen enthaltende Verzeichnis gegen Erlag von K 1 behoben werden können.

7. Das Bürgermeisteramt Zilah vergibt im Offertwege die Einrichtung der elektrischen Beleuchtung der städtischen Gebäude (Stadthaus, Redoute, Hotel, Bad und Warenhalle). Angebote sind bis 23. Oktober l. J., vormittags 9 Uhr, beim Bürgermeisteramt einzureichen, woselbst auch nähere Auskünfte erteilt werden.

8. Vergebung von Bau- und Adaptierungsarbeiten am Stuhlbezirksamtshaus in Nyir-Bogdány im veranschlagten Kostenbetrage von K 17.003-99. Angebote sind bis 23. Oktober l. J., vormittags 10 Uhr, im Komitatshaus in Nyiregyháza einzureichen, woselbst die bezüglichen Offertbehalte zur Einsicht aufliegen. Vadium 50%.

9. Für die neue Werkstättenanlage in St. Pölten gelangen die nachfolgenden Baumeister- und Installationsarbeiten, bezw. Lieferungen zur Ausführung, und zwar: a) Errichtung eines Wasserturmes für ein Reservoir und eines kompletten Wasserstationsbrunnens mit 3 m Durchmesser; b) Lieferung und Aufstellung einer kompletten Reservoiranlage für 56 m³ Inhalt sowie einer Rotationspumpe von 25 m³ stündlicher Leistung mit elektrischem Antriebe; c) Lieferung von Wasserleitungsröhren 150 mm und 80 mm weit und den erforderlichen Hydranten und d) Verlegung und Montierung der vorstehend unter c) benannten Leitung. Angebote sind bis 23. Oktober l. J., mittags 12 Uhr, bei der k. k. Staatsbahndirektion Wien einzureichen, bei welcher (Abteilung 3) die bezüglichen Behelfe und Bestimmungen zur Einsicht aufliegen.

10. Die k. k. Staatsbahndirektion Pilsen vergibt im Offertwege die Lieferung und Aufstellung des eisernen Überbaues mit Buckelplattenbelag für die Rudolfsstädter Straßendurchfahrt in Km 213⁷/₈ der Linie Wien—Eger, mit zwei Öffnungen von je 9 m Lichtweite, sowie der Eisenkonstruktion der schiefen Blechbrücke von 6-423 m Stützweite in Km 0-1¹/₂ der Schleppbahn Budweis—Bergstadt, beide Objekte in der Station Budweis. Laut Detailplänen der Eisenkonstruktion beträgt das Gewicht der Eisenkonstruktion inklusive Roheisenguß, Stahl und Blei bei der Straßendurchfahrt zirka 238.405 kg, bei der Blechbrücke für die Schleppbahn zirka 7785 kg. Angebote sind bis 24. Oktober l. J., vormittags 11 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch (Abteilung 3 für Bahnerhaltung und Bau) die Pläne des Detailprojektes der Eisenkonstruktionen sowie Offert- und Lieferungsbedingungen zur Einsicht aufliegen. Vadium K 5500.

11. Vergebung des Baues eines Schulgebäudes im veranschlagten Kostenbetrage von K 16.755-91. Angebote sind bis 27. Oktober l. J., vormittags 11 Uhr, beim k. u. Staatsbaumeister in Aranyos-Marót einzubringen, bei welchem auch Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium 50%.

12. Die Lieferung und Aufstellung der Eisenkonstruktion im Gewichte von rund 14.200 kg für einen Übergangssteg in der Station Ried wird im allgemeinen öffentlichen Offertwege vergeben. Die Vergebung erfolgt auf Grund eines Einheitspreises per 100 kg Rechnungsgewicht. Angebote sind bis 28. Oktober l. J., mittags 12 Uhr, bei der k. k. Staatsbahndirektion Linz einzureichen. Das Detailprojekt und die Bedingnishefte können bei der Kasse der genannten Direktion eingesehen werden. Vadium K 400.

13. Wegen Vergebung des Baues einer Brücke über den Montesafuß im veranschlagten Kostenbetrage von Peset. 26.498-03 findet am 2. November l. J. eine Offertverhandlung statt. Angebote sind bis 1. November an die Comisión Provincial de Valencia zu richten. Die zu leistende Kautions beträgt Peset. 1324-48.

14. Vergebung des Baues einer Markthalle in Palma de Mallorca im veranschlagten Kostenbetrage von Peset. 462.311-90. Angebote sind bis 9. November l. J. an das Ayuntamiento Constitucional de Palma de Mallorca zu richten. Die zu erlegende Kautions beträgt Peset. 23.115-59. Nähere Auskünfte werden beim k. k. österreichischen Handelsmuseum in Wien erteilt.

15. Die k. Freistadt Trencsén vergibt im Offertwege die Einführung der elektrischen Beleuchtung. Angebote, welche für den Bau auf eigene Kosten oder auf Rechnung der Stadt derart gestellt werden müssen, daß die Stadtverwaltung die Kosten in Jahresraten tilgt, sind bis 30. November l. J. beim dortigen Bürgermeisteramt einzureichen. Nähere Auskünfte werden beim Stadtmagistrate erteilt. An Rengeld sind zu erlegen K 5000.

Eingelangte Bücher.

- 10.270 Neuere Anschauungen über das Wesen der Elektrizität. Von Dr. H. v. Mangoldt. 80. 12 S. Berlin 1905.
 10.271 Der VI. internationale Architekten-Kongreß in Madrid 1904. Von H. Peschl. 80. 39 S. m. 6 Abb. Wien 1905, Selbstverlag.
 10.272 Statische Untersuchung und Beschreibung einer Betonbogenbrücke mit Granitgelenken. Von H. Dewitz. 80. 62 S. m. 43 Abb. u. 3 Taf. Hannover 1905, Helwing.
 10.273 Verfahren und Einrichtungen zum Tiefbohren. Von P. Stein. 80. 37 S. m. 20 Abb. und 1 Taf. Berlin 1905, Springer.
 10.274 Code des droits et des obligations et Barème des honoraires de l'Architecte à raison de la conception et de l'exécution matérielle de son oeuvre. 80. 40 S. Louvain 1905.
 10.275 Recueil de types de ponts pour routes. 80. 306 S. und Atlas m. 6 Taf. Paris 1905, Béranger.
 10.276 Die preußischen Maschinenbauschulen, ihre Ziele und Berechtigung. Von Dr. S. Jakobi. 80. 204 S. m. 15 Abb. Berlin 1905, Springer (M 3).
 10.277 Detail-Längenprofil der Linie Klagenfurt—Görz—Triest. Teilstrecke Birnbaum—Assling—Podbrdo. Mit Beilagen (Studienreise 1905).
 10.278 Das Haus. Ausgeführte moderne Wohn- und Geschäftshäuser. Folio. 36 Taf. Düsseldorf, Wolfrum.
 10.279 Der moderne Ausbau. Von R. Bauer und K. Gabriel. Folio. 40 Taf. Düsseldorf, Wolfrum.

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

Z. 491 v. 1905.

XIII. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Hiemit erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, daß nach § 6, Punkt c 1, der Satzungen die Mitgliedsbeiträge für das IV. Quartal 1905 am 1. Oktober fällig werden.

Zur Erleichterung unserer Geschäftsführung beehre ich mich, die Herren Vereinskollegen zur möglichst baldigen Entrichtung der Beiträge höflichst einzuladen.

Der Jahresbeitrag für in Wien wohnende Mitglieder beträgt K 32, für außerhalb Wien wohnende K 24.

Gleichzeitig erlaube ich mir, die Herren Vereinskollegen einzuladen, von den Bestimmungen, betreffend die Ablösung des Mitgliedsbeitrages, Gebrauch zu machen, welche lauten:

Mitglieder	Vereinsangehörigkeit		
	weniger als 25 Jahre (der 15fache Mitgliedsbeitrag)	25 bis 30 Jahre (der 10fache Mitgliedsbeitrag)	mehr als 30 Jahre (der 7 ¹ / ₂ fache Mitgliedsbeitrag)
in Wien wohnend	K 480 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 320 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 240 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 30
außerhalb Wien wohnend	K 360 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 240 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 180 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 30

Wien, 19. September 1905.

Der Vereins-Vorsteher:
Gerstel.

Z. 503 v. 1905.

XIV. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Laut Beschluß des Verwaltungsrates wird die kommende Vereins-Session Samstag den 4. November l. J. eröffnet.

Die Versammlungen beginnen wie bisher um 7 Uhr abends.

Wien, 29. September 1905.

Der Vereinsvorsteher:
Gerstel.

Z. 513 v. 1905.

XV. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Das Komitee für die Errichtung eines Petzval-Denkmales ladet die Herren Vereinskollegen ein, an der feierlichen Enthüllung dieses Denkmals teilzunehmen, welche Dienstag den 17. Oktober l. J., vormittags 11 Uhr, auf dem Zentralfriedhofe stattfinden wird.

Die Karten zu dieser Feier sind in unserer Vereinskasse zu beheben.

Wien, 4. Oktober 1905.

Der Vereins-Vorsteher:
Gerstel.

Über die Ausgestaltung des Hafens von Triest nach dem Projekte 1903.

Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 29. April 1905 von k. ung. techn. Rat Nándor Nádory.

(Schluß zu Nr. 41.)

II. Die Moli.*)

Als Begründung der Zweckmäßigkeit für die schiefe Stellung der Moli V, VI und VII finden wir in dem Berichte folgendes angeführt: „Die Lage der Moli ist aus nautischen Gründen der Richtung der Bora deshalb angepaßt worden, damit die Schiffe von diesem Winde nicht gegen die Molo-mauern geworfen und auf diese Weise geschädigt werden. Die aus der Molorichtung und der Konfiguration des Ufers sich ergebende schiefwinkelige Stellung der Moli zu den Kais hat den höchst schätzenswerten betriebstechnischen Vorteil im Gefolge, daß die Geleiseverbindung der Moli mit dem Hafenplateau ohne Drehscheiben erfolgen kann.“

Allerdings muß es als Vorteil anerkannt werden, wenn die Schiffe in der Borarichtung vertäut werden können und somit ihre kleinste Fläche dem Winde entgegenstellen. Aber ich kann diesen einzigen Vorteil bei weitem nicht so hoch schätzen, um diesem die ganze Ausgestaltung des neuen Hafens anpassen zu müssen. Dieser Vorteil ist nach meiner Ansicht auf andere Weise viel vorteilhafter erreichbar, und der an zweiter Stelle angeführte Vorteil, nämlich die Geleiseverbindung der Moli mit dem Hafenplateau ohne Drehscheiben, läßt sich wenigstens ebenso leicht, sogar noch leichter bewerkstelligen, wenn die Moli unter rechtem Winkel auf die

Ufermauer stehen. Ich muß daher annehmen, daß noch andere, ja sogar wichtigere, jedoch in den in Rede stehenden Aufsätzen nicht enthaltene Gründe die Herren Projektanten zur Wahl der schiefen Stellung veranlaßten.

Wenn auch — wie gesagt — zugegeben werden muß, daß es schon bei Bora, d. h. einem Landwinde, für die Sicherheit der Schiffe von Vorteil ist, sie in der Windrichtung vertäuen zu können, so muß man ebenso zugeben, daß bei Bora die an der um nahezu 45° von der Bora-

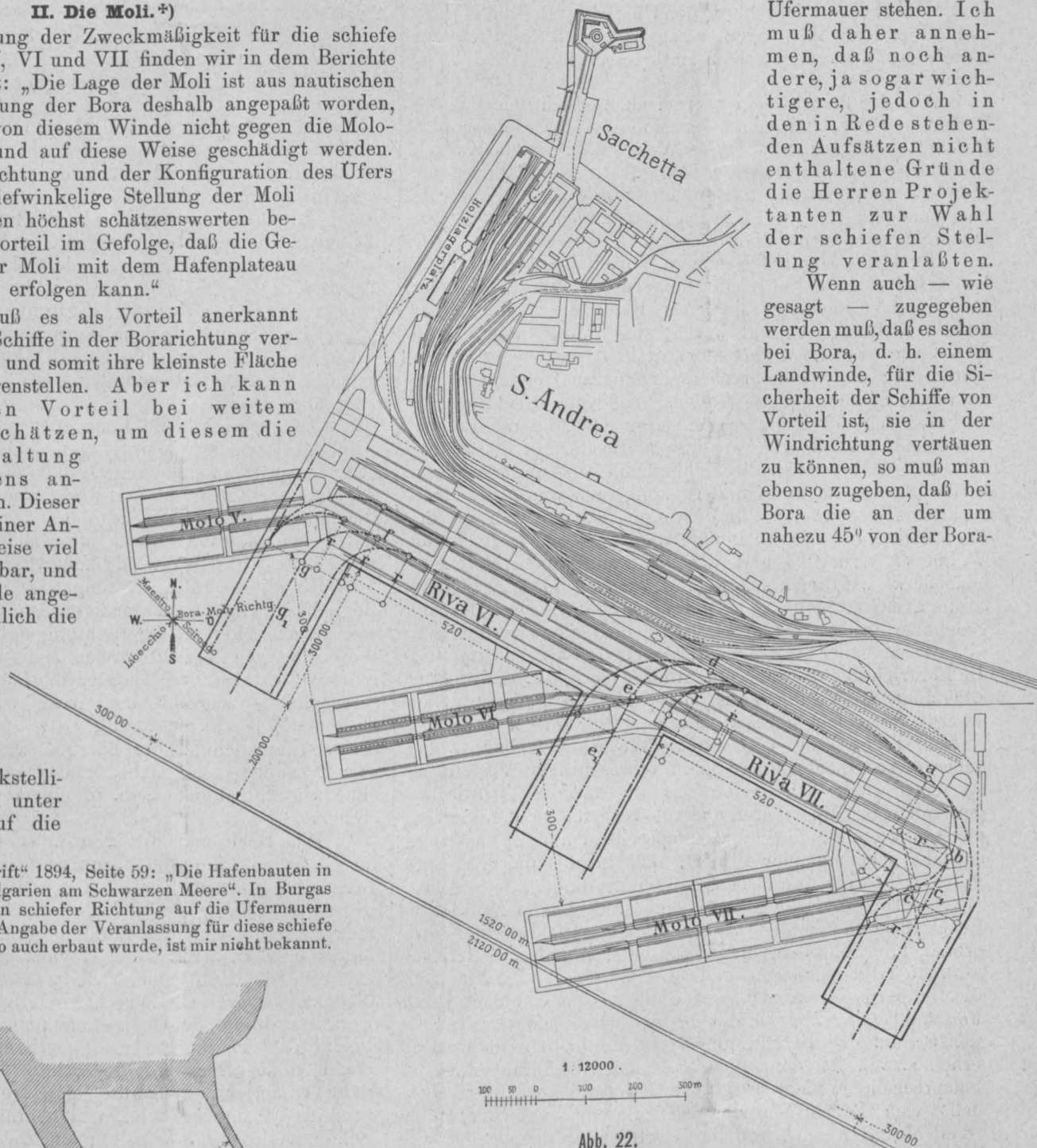


Abb. 22.

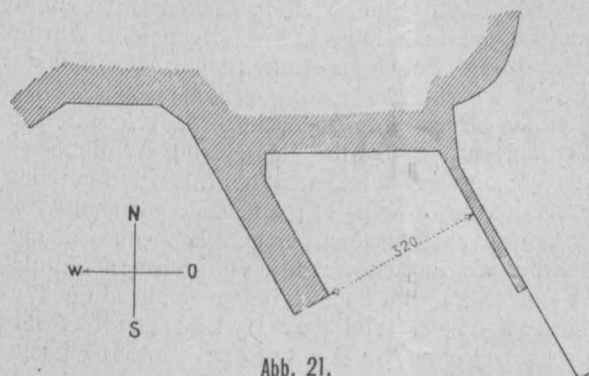


Abb. 21.

*) Siehe „Zeitschrift“ 1894, Seite 59: „Die Hafenbauten in Burgas und Varna in Bulgarien am Schwarzen Meere“. In Burgas (Abb. 21) war ein Molo in schiefer Richtung auf die Ufermauern projektiert, ohne nähere Angabe der Veranlassung für diese schiefe Lage. Ob aber dieser Molo auch erbaut wurde, ist mir nicht bekannt.

richtung abgewendeten Riva VI und VII (Abb. 22) anliegenden Schiffe nahezu die ganze Breitseite, ferner die an den Köpfen der Moli, also ganz senkrecht auf die Borarichtung vertäuten Schiffe die ganze Breitseite dem Winde

bietend, umsomehr molestiert und bei Libecchio alle Schiffe in den offenen Bassins sogar gefährdet sein können, welche Umstände den einzigen Vorteil der schiefen Lage bedeutend herabmindern müssen.

Aus Abb. 22 ist ersichtlich, auf welche Weise eine Geleiseverbindung vom Rangierbahnhof auf die Längsachse des Molo VII ohne Drehscheibe laut Projekt möglich ist. Wenn dies aber durch Vermittlung einer Kurve abc , also um das Stück bc mehr als ein Viertelkreisbogen möglich und zweckentsprechend ist, so kann es doch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß eine Geleiseverbindung auf derselben Kurve, aber nur bis b , das heißt bis nur ein Viertelkreisbogen, und von da in der Tangente bc_1 auf den unter rechtem Winkel auf die Riva erbauten Molo wenigstens ebenso leicht möglich sein muß, und ebenso leicht kann der Übergang auf die Moli V und VI in derselben oder in entgegengesetzter Richtung mittels der Kurven desselben Halbmessers dee_1 und fgg_1 erreicht werden.

Aus der Planskizze ist ferner auch ersichtlich, daß die Verbindung der Ufergeleise der Moli mit den Geleisen des Hafenplateaus ganz auf dieselbe Weise, d. h. mittels Kurven desselben oder eines größeren, also günstigeren Halbmessers, ebenfalls möglich ist; nur müßten in diesem Falle die Magazine und Hangards an den betreffenden Stellen diesem entsprechend dimensioniert werden.

Es bliebe somit der einzige Vorteil, daß die Schiffe längs der Moli — aber nur längs der Moli — von der Bora weniger belastigt sind, als wenn die Moli in einer andern Richtung angelegt wären; aber selbst dieser Vorteil ist — wie oben angeführt — zweifelhaft wegen der großen Entfernung des Wellenbrechers und daraus folgend wegen zu wenig Schutz gegen Wellenschlag von außen; ferner deshalb, weil durch die schiefe Lage der Moli die Bassins bedeutend verkleinert, von 520 m Breite auf 300 m beschränkt werden, daher die Schiffe beim Aus- und Einfahren in die Bassins mehr behindert sind, als wenn die Moli rechtwinklig abzweigen. In dem Falle, als die Moli auf die Riva senkrecht stünden, könnte man zwischen je zwei Moli V und VI, ferner VI und VII sogar noch einen Molo einbauen, etwa wie diejenigen, welche zwischen die Moli St. Carlo-Sanità und Giuseppino projektiert sind, ohne die neuen Bassins gegenüber den jetzt projektierten bedeutend zu vermindern.

Wenn aber trotzdem dieser einzige Grund, nämlich die Borarichtung, so außerordentlich wichtig ist, daß diesem alle anderen Verfügungen angepaßt und gewissermaßen untergeordnet sein müssen, so wäre dieser Zweck — meiner Ansicht nach — auf eine andere Weise erreichbar, wobei außer diesem noch andere nicht unwesentliche Vorteile zu erreichen sind. Ich meine das in Amerika überall angewendete Prinzip einer Reihe von verhältnismäßig kleinen, meist nur einer Schiffslänge entsprechenden Moli und diese so nahe nebeneinander situiert, daß in den durch sie gebildeten Bassins nur zwei Schiffe Platz finden.

In diesem Falle könnte eine Anzahl von Moli, vom Leuchtturm bis zum Lloydarsenal in der Richtung der Bora erbaut, alle Schiffe in die gewünschte, von drei Seiten geschützte Lage versetzen und dies umsomehr, als ja auch die Hangards — welche auf den die Bassins von drei Seiten umschließenden Moli und Uferplateaus errichtet wären — den Schutz der Schiffe gegen die Landwinde auch noch erhöhen. Würden dann diese Bassins noch durch einen in entsprechender, nicht zu großer Entfernung erbauten ebenfalls vom Leuchtturm bis zum Lloydarsenal reichenden Wellenbrecher auch von der vierten Seite, also gegen alle Winde geschützt sein, so kann diese Anlage besser als diejenige des vorliegenden Projektes entsprechen.

Durch eine solche Anlage könnte man in den Bassins beinahe absolut ruhiges Wasser und außerdem noch folgende Vorteile erreichen:

Die Bauzeit, binnen welcher alle Anlagen fertiggestellt sein sollen, ist laut obiger Beschreibung mit 13 Jahren angenommen.

Wenn das Prinzip der Herstellung der Objekte unter Wasser — wie es in der in Rede stehenden Abhandlung beschrieben ist — unverändert beibehalten wird, so dürften — meiner Meinung nach — die 13 Jahre nicht oder kaum genügen, um alle Anlagen dem Verkehre dienstbar zu machen. Aber angenommen, es gelingt dies, so muß man dennoch in Betracht ziehen, daß viele Jahre vergehen, ehe diese Kolosse von Molis und 2600 m Wellenbrecher erbaut werden können. Würde man hingegen das amerikanische Prinzip annehmen und kleine Molis erbauen, so könnte man diese einzeln schneller erbauen und einzeln oder in Partien dem mittlerweile jedenfalls gesteigerten Verkehre überlassen.

Es ist wohl überflüssig, die außerordentliche Wichtigkeit betonen zu müssen, welche sich für Triest ergibt, wenn es gelingt, die Bauzeit, wenn auch nur um einige Jahre, abzukürzen.

Ein solches System von kleinen Moli und durch diese gebildete Bassins bietet noch den ebenfalls nicht zu unterschätzenden Vorteil der leichteren Zukömmlichkeit.

In Amerika sind nämlich überall längs der Ufer breite Fahrstraßen angelegt, auf welchen man, selbst mittels Wagen in die auf den Moli errichteten Hangards einfahrend, in der bequemsten Weise zu jedem Molo, d. h. unmittelbar zu jedem Schiffe gelangen kann, während nach dem neuen Projekt in St. Andrea die Entfernung — allerdings die größte Entfernung — vom Haupteingange in der Sachetta bis an das Ende des Molo Nr. VII über 3 km mißt. Aber auch die kleinste Entfernung bis ans Ende des Molo V beträgt über 1 km.

Die ungewöhnliche Länge der Moli (Nr. VII nahezu 1 km) dürfte auch dem Wagenverkehre hinderlich sein. Zwar kann man annehmen, daß die vielen Lastwagen während der Arbeitszeit auf der ganzen Molofläche ziemlich gleichmäßig verteilt sein werden; da aber beim Kommen und Gehen alle Wagen den Molo an der Wurzel passieren müssen, sind daselbst wohl häufig Stauungen zu gewärtigen.

Mit all diesen Erörterungen wollte ich aber nur die Möglichkeit einer zweckmäßigen Anordnung eines Systems von kleinen Moli, in der Richtung der Bora erbaut, dartun. Wenn aber der Vorzug großen Moli und ebenfalls großen Bassins — als den Triester Verhältnissen besser entsprechend — zugesprochen wird, würde ich in diesem Falle die Moli senkrecht auf die Riva stellen und den Wellenbrecher zum Schutze der Bassins gegen Libecchio parallel zur Riva bedeutend näher als projektiert an diese und ohne Unterbrechung, d. h. in einem einzigen Stücke, herstellen.

Ein Blick auf die Planskizze (Abb. 22) zeigt, daß im Falle, als die Moli senkrecht auf die Richtung der Riva gestellt würden, die an der Riva, die an den nordwestlichen Langseiten und an den Köpfen der Moli vertäuten Schiffe von der Bora in ganz gleichem Maße belastigt werden, bzw. dagegen ganz gleichen Schutz finden, als wenn die Moli schief stehen. Die Schiffe an den südöstlichen Langseiten der rechtwinkeligen Moli würden gegen Bora allerdings weniger Schutz finden, wenn der Wellenbrecher auf großer Entfernung erbaut würde. Dieser Umstand ist aber hier ohne Bedeutung, da ein Hafen doch nur dann entspricht, wenn die Moli und Wellenbrecher zusammen so angelegt sind, daß überall in den Bassins alle Schiffe vollen Schutz finden; und dieser Zustand muß auch immer angestrebt werden. Gegen Libecchiostürme fänden alle Schiffe, wo immer vertäut, vollkommen Schutz.

Von Nautikern hörte ich die Bestätigung, daß die Wahl der Lokalität für die neue Hafenanlage in St. Andrea eine glückliche ist.

In dieser Lokalität soll nämlich die Bora unschädlich sein. Bei heftiger Bora soll es häufig vorkommen, daß Schiffe vor dem Molo III in den Hafen nicht einfahren aus Furcht, an die Diga geschleudert zu werden. In solchen Fällen flüchten die Schiffe unter St. Andrea, wo sie in Ruhe und Sicherheit ruhiges Wetter abwarten können.

Es ergibt sich aus diesem folgendes Dilemma: Ist die Bora in dieser Lokalität wirklich so zahm, daß die Schiffe hier selbst ohne Kunstbauten Schutz finden, dann wäre es gefehlt, die Moli schief in die — in anderen Beziehungen ungünstige — Borarichtung zu stellen, statt senkrecht auf die Uferichtung, was, wie oben gezeigt, um vieles vorteilhafter wäre. Ist aber andererseits die Bora daselbst so stark, daß deshalb die Moli in der Borarichtung erbaut werden müssen, dann muß man durch Vorbauung eines Wellenbrechers nach dem Marseiller System für ruhiges Wasser sorgen, u. zw. durch Erbauung eines Wellenbrechers in verhältnismäßig kleiner Entfernung vom Ufer, um die Rückwirkung der Wellenbewegung bei Bora, und noch mehr, um die viel gefährlichere unmittelbare Wirkung der Wellenbewegung bei

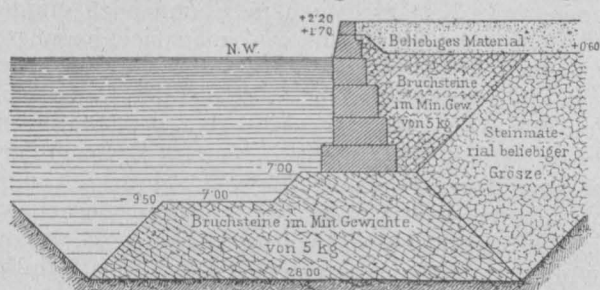


Abb. 23.

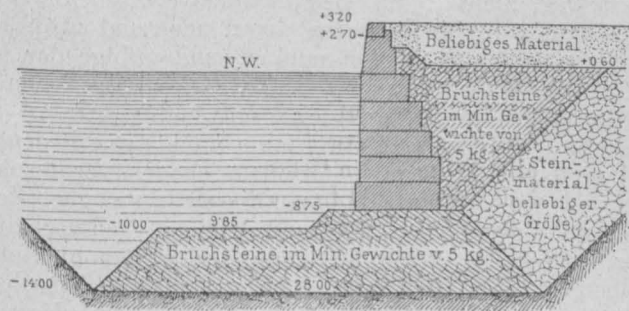


Abb. 24.

Libeccgiostürmen zu verhindern und dadurch auch die Wirkung des Scirocco und Maestrowindes unschädlich zu machen.

Mit den obigen Erörterungen glaube ich, meine Befürchtungen hinreichend bekräftigt zu haben, daß nämlich die in schiefer Lage projektierten Moli und der zweimal durchbrochene und auf sehr großer, ja zu großer Entfernung projektierte Wellenbrecher den an beide gestellten Anforderungen nicht entsprechen können, u. zw. nicht bei Bora und noch weniger bei Libeccchio.

III. Die Bauausführung.

In dem öfter erwähnten Aufsätze (Seite 634) sind zwei Normalprofile (Abb. 23 und 24) der Ufermauern für die Fundierungstiefen von -7 m , bezw. -8.75 m enthalten. Es ist nicht angegeben, wo diese Profile zur Ausführung gelangen sollen. Aus ihnen ist aber ersichtlich, daß dort, wo sich der Fels in einer größeren Tiefe als 14 m unter Nullwasser befindet, daher mittels Baggerung nicht bloßgelegt werden kann, vorerst in dem Schlamm Boden eine Cunette ausgehoben und diese mit Steinwurf ausgefüllt werden soll. Auf diesen kommen die Ufermauern aus künstlichen Blöcken zu stehen, welche bis zum Nullwasser reichen. Der über dem Nullwasser liegende Teil der Kai- und Molomauern ist aus quader-

verkleidetem Bruchsteinmauerwerk bis 1.70 m , bezw. 2.70 m über Nullwasser herzustellen und mit einer 0.50 m starken Quaderplatte abzudecken. Dieser Grundsteinwurf wird also — den Schlamm unter 14 m verdrängend — unmittelbar auf den Felsgrund oder auf so festen Sand- oder Schottergrund zu stehen kommen, daß senkrechte Setzungen hoffentlich weiter nicht mehr zu befürchten sind.

Als Hinterfüllungsmaterial wird bis 0.60 m über Nullwasser Bruchstein im Minimalgewichte von 5 kg und hinter diesem als Anschüttungsmaterial ebenfalls bis $+0.60\text{ m}$ Steinmaterial von beliebiger Größe verwendet. Von 0.60 m über Nullwasser bis zur Vollendungshöhe der Objekte $+2.20\text{ m}$, bezw. $+3.20\text{ m}$ soll beliebiges Material dienen. Dort, wo eine mächtige Schlammschicht vorhanden ist und die Setzungen und Verschiebungen der Mauern angeblich ganz bedeutende Dimensionen annehmen müssen, sollen, um diese zu verhüten, den Gründungssteinwürfen (laut obigen Profilen 7 m , bezw. 9.85 m) breite Steinwurfbankette vorgelegt werden, welche das seitliche Ausweichen des Schlammgrundes verhindern.

Vergleichen wir diese Normalprofile mit den Ausführungsprofilen der Hafenbauten vom Jahre 1865 (Abb. 25), so ergeben sich — abgesehen von der verschiedenen Dimensionierung der Blockmauern — folgende wesentliche Verbesserungen:

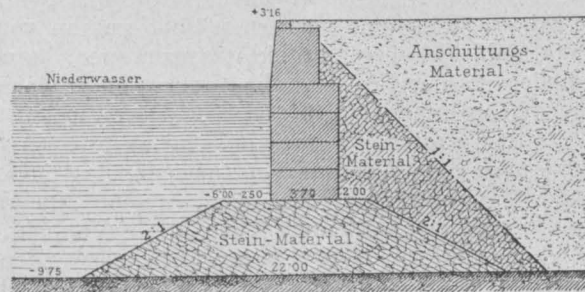


Abb. 25.

1. die Baggerung der Cunetten bis -14 m gegen frühere Baggerungen von nur 8 bis 10 m Tiefe;
2. die Anwendung der breiten Steinwurfbankette, welche früher fehlte, und
3. die Verwendung von reinem Steinmaterial als Hinterfüllungs- und Anschüttungsmaterial gegenüber der früheren Verwendung des tonhaltigen Tasellomaterials.

Es ist sofort der Zweck dieser Änderungen zu erkennen, nämlich die Schwierigkeiten zu bekämpfen, welche der durch die Umfassungsmauern eingeschlossene Schlamm der Bauausführung entgegenstellt. Ich bin jedoch der festen Überzeugung, daß der Schlamm Boden bei den in Rede stehenden Seebauten keine Schwierigkeiten verursachen darf, weil die Möglichkeit besteht, diese Schwierigkeiten einfach durch eine zweckmäßige Bauausführung zu beseitigen. Ich möchte deshalb jede Anordnung als zweckwidrig bezeichnen, welche die Bestimmung hat, den Schlamm einzuschließen, in der Meinung, diesen etwa durch Belastung konsolidieren zu können; hingegen bezeichne ich jede Verfügung als vorteilhaft, welche den Zweck verfolgt, den Schlamm durch Verdrängen unschädlich zu machen.

Die Ausführung der früheren Bauten geschah, wie bekannt, auf folgende Weise: Die Umfassungsmauern waren — im Vergleich zu den jetzigen — auf bedeutend kleiner dimensionierten Steinwürfen ohne Bankette hergestellt, und zwar mit oder auch ohne Baggerung. Als Anschüttungsmaterial diente die tonhaltige Sandsteininformation Tasello, welche im Wasser mehr oder weniger erweicht und dadurch selbst halb zu Schlamm wird. Dieses mit dem Grundschlamm vermengt übte in gewissem Sinne wie eine flüssige Masse einen so großen Seitendruck auf die Umfassungsmauern

aus, daß diese nur bis zu einem gewissen Druck widerstehen konnten und dann mit oder ohne den Grundsteinwurf verschoben und im Schlamm versenkt wurden. Die Rekonstruktion erfolgte in der Weise, daß die immer von neuem erfolgten Setzungen durch neu aufgesetzte Blockreihen und das versunkene Anschüttungsmaterial durch Nachschütten desselben und immer wieder desselben zweckwidrigen Tasellomaterials ergänzt wurde, um nach einigen Monaten selbst wieder zu versinken. So geschah es, daß gegenwärtig stellenweise statt der ursprünglich projektierten vier Blockreihen, deren neun, ja zwölf Reihen übereinander gelagert sind. Die namhafte Vergrößerung des Grundsteinwurfprofils, die tiefere Fundierung desselben bis — 14 m und die dadurch angestrebte Verbesserung der oben beschriebenen Herstellungsprofile der Umfassungsmauern ist augenfällig. Nachdem überdies noch zu allen Arbeiten unter Wasser nur reines Steinmaterial in Anwendung kommen soll, so bleibt nur die Sorge, den durch die Umfassungsmauern eingeschlossenen Schlamm unschädlich zu machen; diesem Zwecke sollen die dem Steinwürfe vorgelegten Bankette dienen.

Es bleibt nämlich immer noch die ganze Menge Schlamm im Innern der Moli eingeschlossen, dessen schädliche Wirkungen eben unberechenbar sind und auch bleiben. Man muß also den Schlamm nicht nur von der Stelle der Grundsteinwürfe der Umfassungsmauern durch Baggern und Belasten dieses Steinwurfes entfernen, sondern ihn von der ganzen Grundfläche der Objekte verdrängen, um ihn unschädlich zu machen, und dies kann man sicher auf folgende Art erreichen:

Vor allem muß ich bemerken, daß zu allen Arbeiten unter und über dem Wasserspiegel ausnahmslos nur reines Steinmaterial verwendet werden darf, welches im Wasser keinerlei Veränderung erleidet. Es ist diese Vorsicht, auch über Wasser nur reines Steinmaterial zu verwenden, aus dem Grunde geboten, daß, wenn Setzungen dennoch eintreten und das für über Wasser bestimmte Anschüttungsmaterial unter Wasser käme, dies weiter nichts zu bedeuten habe.

Die Herstellung der Moli beginnt mit der Verschüttung von Steinmaterial von beliebiger Größe, aber immer nur in der Längsachse des Molo, und zwar von der Wurzel ausgehend gegen den Molokopf. Am zweckmäßigsten natürlich mittels Klappenschiffen oder Verstärkung ganzer Deckladungen, weil so die gleichzeitig hinabfallenden großen Steinmassen tiefer in den Schlamm eindringen.

Wenn diese Steinschüttung über Wasser reicht, dann kann die Verbreiterung derselben gegen die Umfassungsmauern auf beiden Langseiten gleichzeitig und beliebig rasch fortschreiten bis zur Grenze der Blockmauern. Erst dann erfolgt die Herstellung dieser Blockmauern und zuletzt die Hinterfüllung bis zur vorgeschriebenen Höhe der Ufermauern.

Es würde viel zu weit führen, wollte ich mich in Details der Ausführung einlassen; ich will somit nur kurz einige allgemeine Andeutungen geben.

Für jedes Objekt ist, der Mächtigkeit der Schlamm-schichte und den übrigen Terrainverhältnissen entsprechend, ein besonderer Ausführungsvorgang festzusetzen.

Der Steinwurf muß da, wo notwendig, so hoch über Wasser erhöht werden, daß unter der Last des Steinwurfes — welche Last der späteren Belastung der Objekte durch Baulichkeiten u. s. w. gleichkommt — aller Schlamm verdrängt wird.

An Stellen, wo bei geringer Wassertiefe die Schlamm-schichte eine sehr mächtige ist, daher bloß durch eine schwache Belastung mittels Steinwurf voraussichtlich nicht genügend verdrängt werden kann, mag es zweckmäßig sein, den Schlamm wegzubaggern oder mittels Scraper in größere Wassertiefen hinabzuziehen, wo er dann unschädlich ist.

Es ist wohl selbstverständlich, daß der von der Längs-achse der Moli gegen die Umfassungsmauern durch den Steinwurf verdrängte Schlamm am Fuß des Umfassungs-steinwurfes in so großen Massen sich ansammeln wird, daß dieser die Fertigstellung der Umfassungsmauern verhindert. In diesem Falle muß natürlich der Schlamm von dort ebenfalls durch Baggerung oder mittels Scraper beseitigt werden.

Die Herstellung des großen Bahnhofplateaus hat ebenfalls vom Ufer gegen die Ufermauern hin zu geschehen, und auch diese dürfen erst dann erbaut werden, wenn schon aller Schlamm in die Bassins verdrängt ist.

Die Erbauung des Wellenbrechers geschieht ganz in derselben Weise wie die der Moli nach der obigen Beschreibung.

Die soeben kurz beschriebene Bauausführungsweise hat sich in Fiume vollkommen bewährt, und lassen sich die Vorteile derselben kurz in folgendem zusammenfassen:

1. In dem Augenblicke, als ein Objekt fertig gebaut ist, kann man es auch als vollendet betrachten. Vertikale Setzungen sind allerdings auch in Fiume noch einige Zeit beobachtet worden; vielleicht weil man sich begnügte, die Moli u. s. w. ohne genügende Belastung nur bis zur projektierten Höhe herzustellen, weshalb der Grundschlamm nicht vollständig verdrängt werden konnte. Möglicherweise ist auch die Herstellung nicht immer streng nach der oben aufgestellten Regel erfolgt. Daß jedoch diese Setzungen in Fiume ohne Bedeutung waren, möge daraus erhellen, daß Verschiebungen der Blockmauern nirgends vorgekommen sind und nur an einer einzigen Stelle, Riva Sanità, eine Rekonstruktion notwendig war. Nirgends — ohne Ausnahme — sind mehr als vier Blockreihen verbaut, so wie es projektiert war; nicht so in Triest, wo statt der ebenfalls projektierten vier Blockscharen deren neun und zwölf übereinander geschichtet werden mußten und infolge der horizontalen Verschiebungen wiederholte Rekonstruktionen ein und derselben Ufermauerstrecke notwendig waren. Daß die erwähnten Setzungen in Fiume nicht von Bedeutung sein konnten und keinen materiellen Schaden verursachten, ergibt sich auch daraus, daß man dieselben nur nach Zentimetern und Millimetern zählte, und daß man nach verhältnismäßig kurzer Zeit nach Vollendung der Bauobjekte auf dieselben schwere Gebäude, Warenmagazine, Eisenbahn-installationen, Kräne und dergl. errichten und die Magazine mit Waren belasten konnte, ohne daß schädliche Setzungen, noch weniger seitliche Verschiebungen eintraten oder infolgedessen Rekonstruktionen notwendig waren.

2. Da Setzungen von Bedeutung nach Vollendung der Objekte nicht mehr vorkommen, kann die Bauausführung ganz nach Belieben beschleunigt, d. h. die Bauzeit um vieles verkürzt werden.

3. Da die Rekonstruktionen wegfallen, kann endlich auch bei den Baukosten so manche Million erspart bleiben. Ich kann nicht umhin, meinen obigen Erörterungen noch einige allgemeine Bemerkungen anzufügen.

Schon im Jahre 1896*) nahm ich Gelegenheit, den wesentlichen Unterschied der Bauausführungen der früheren Hafenbauten in Triest und jener in Fiume zu besprechen.

Ich stellte damals folgende zwei Hauptprinzipien auf:

1. Darf laut den von mir noch im Jahre 1872 zusammengestellten Baubedingnissen in Fiume zu allen Arbeiten unter Wasser ausschließlich nur reiner, kompakter, unverwitterbarer Kalkstein in Anwendung kommen, mit Ausschluß von Erde und aller jener Materialien, welche im Wasser erweichen; und

2. daß die Herstellung der Objekte nicht wie in Triest von der Peripherie gegen die Achse, sondern gerade umgekehrt von der Achse gegen den Fuß des Wellenbrechers,

*) Siehe „Zeitschrift“ 1896, Seite 65.

bezw. gegen die Peripherie der Moli in der Weise zu verstehen habe, daß der Schlamm von den Objekten weg in die Bassins gepreßt werde.

In der hierauf erfolgten Erwiderung*) wird angeführt, daß die ungünstigen Verhältnisse des Meeresbodens im allgemeinen wohl beiden Hafenplätzen Triest und Fiume gemeinsam sind; es ist jedoch wohl zu beachten, daß die Bauschwierigkeiten für Triest in einem weitaus höheren Maße bestehen, weil hier erstens die Schlammschichten in ungleich größerer Mächtigkeit auftreten und zweitens die Wassertiefe an den Baustellen eine verhältnismäßig geringe ist; in Fiume ist gerade das Gegenteil der Fall, und es ist ohneweiters von selbst einleuchtend, daß geringe Schlamm-mächtigkeit in großer Tiefe eine ganz bedeutend günstigere Baubedingung darbietet.

Im weiteren wird behauptet:

„Dieses Prinzip (nämlich die Anwendung des reinen Steinmaterials zu allen Arbeiten) wird der Triester Hafenbauer niemals anerkennen, darum nicht, weil er von der Richtigkeit desselben die Überzeugung nicht gewinnen kann; vielmehr wird der Projektant für Triester Seebauten sich immer vor Augen halten, daß eine weitgehende Heranziehung des Materials aus der Taselloformation (Sandstein, Mergel, erdiges Material etc.) zu Anschüttungszwecken ein in hohem Grade richtiges, bauökonomisches Moment bildet, welches nicht vernachlässigt werden kann.“ Und weiter heißt es: „Eines steht fest: daß für den theoretisch und praktisch gebildeten Hafenbauer in Triest keine technisch begründete Veranlassung vorliegt, die bis jetzt gewandelten Bahnen, was Bausystem oder Bauausführung anbelangt, im Prinzip, etwa im Sinne der eingangs zitierten (d. h. meiner) Bemerkungen zu verlassen.“

Ohne zwischen den Zeilen der obigen Behauptungen lesen zu wollen, will ich darauf einfach folgendes erwidern:

Allerdings scheinen die Verhältnisse in Fiume günstiger zu sein wie die in Triest; denn in Fiume sind die Objekte das erstemal sogleich gelungen. — Aber was folgt daraus? Jedenfalls nur das eine, daß man in Triest noch viel vorsichtiger hätte sein sollen als in Fiume. Die Verhältnisse in Fiume sind aber nicht deshalb besser, weil etwa die Bodenverhältnisse günstiger sind, sondern nur deshalb, weil wir ein besseres, ein zweckmäßigeres Bauausführungssystem einführt. Die Mächtigkeit des Schlammes in Fiume ist stellenweise 20 m, also gleich der oder sogar größer wie die in Triest, und die Wassertiefe in der Nähe der Ufer gleich der in Triest. Nur die Moli und der Wellenbrecher stehen in einer größeren Wassertiefe als die in Triest, und eben deshalb bin ich fest überzeugt, daß, würde man in Fiume bei der größeren Wassertiefe noch erdiges Mischmaschmaterial zur Ausfüllung des Innern der Moli verwendet haben wie in Triest, dieselben — wegen der viel größeren Menge des der größeren Tiefe entsprechenden Anschüttungsmaterials — wahrscheinlich niemals zur Ruhe kommen würden.

Trotz der Behauptung, daß in Triest keine technisch begründete Veranlassung vorliegt, die bis jetzt gewandelten Bahnen — was Bausystem oder Bauausführung anbelangt — zu verlassen, so gereicht es mir doch zur ganz besonderen Genugtuung, hier konstatieren zu können, daß Triest bereits zweimal in der Lage war, von mir zuerst beim Fiumaner Hafenbau eingeführte Neuerungen der Bauausführung nun auch in Triest einzuführen, d. h. die alten Bahnen dennoch zu verlassen.

Aus den oben besprochenen — für die neuen Hafenbauten in St. Andrea festgesetzten — Normalprofilen (Abb. 23 und 24) ist ersichtlich, daß „beliebiges Material“ nur ober + 0.60 m verwendet werden soll; also eine ganz verschwindend kleine Menge im Vergleich zur Menge des Steinmaterials, welches

in Verwendung kommen wird, und daher auch die angestrebte Ersparnis durch die Preisdifferenz ebenfalls verschwindend klein. Alles übrige darf nur aus reinem Steinmaterial hergestellt werden, und somit kein Tasello mehr. Was also im Jahre 1896 behauptet wurde, daß der Triester Hafenbauer niemals anerkennen wird, ist heute auch in Triest anerkannt und zum Prinzip geworden.

Die zweite Genugtuung wurde mir damals zuteil, als ich sah, daß bei St. Sabba die ebenfalls von mir zuerst in Fiume vor mehr denn 30 Jahren eingeführten Santorinblöcke endlich auch in Triest Anerkennung und Anwendung gefunden haben.

Ich hoffe, daß Triest endlich auch das fehlerhafte Prinzip der „Schlammkonsolidierung“ über Bord werfen und statt dessen das einzig zweckmäßige, zuverlässige und deshalb allerökonomischste Prinzip der Verdrängung allen Schlammes bei den neuen Hafenbauten einführen wird.

Die Rekonstruktionen, welche nur die unausweichliche Folge der durch den eingeschlossenen Schlamm und das schlechte Anschüttungsmaterial verursachten und vielfach wiederholten Setzungen waren, hatten zur Folge, daß die ursprünglich präliminierten Baukosten um Millionen überschritten und die Bauzeit um 12 Jahre verlängert werden mußte.

Dies sind Unzukömmlichkeiten, welche — meiner Meinung nach — der gründlichsten Erörterungen würdig sein dürften. Ein Projekt, an welchem Kritik geübt werden kann, erweckt zum mindesten das Gefühl der Beunruhigung, der Zweifel, ob es wohl gelingen wird, die daran geknüpften Hoffnungen erfüllen zu können.

Würde man das alte Triester Bausystem vor 15 oder mehr Jahren verlassen und den Molo in St. Sabba im Sinne des neuen Prinzipes erbaut haben, d. h. den Schlamm bis — 14 m weggebagert, oder vielleicht auch ohne dem, jedoch den ganzen Molo aus reinem Kalkstein erbaut und die Steinschüttung von der Längsachse gegen die Peripherie bewerkstelligt haben: ich bin fest überzeugt, der kleine Molo hätte in 2 bis 3 Jahren erbaut werden können; viele Jahre Bauzeit und all die üblen Erfahrungen, die man bei der Erbauung dieses winzigen Objektes machte, wären erspart geblieben. Aber statt dessen verwendete man auch da im Innern des Molo erdiges Material. Die Folge war, daß der Molo unterging und immer wieder unterging, so oft er, und zwar immer wieder mit erdigem Material ausgefüllt wurde. Der Molo samt Blockmauern, Parapetaufmauerung, Anbindesäulen u. s. w. versank, und neben dem Molo erhob sich der Schlamm dermaßen, daß für die Schiffe nicht mehr genug Wassertiefe blieb und gebaggert werden mußte. Endlich nach 14jährigem schweren Kampfe war der Molo fertig. Aber ich würde mich noch heute nicht trauen, auf diesem ein größeres Magazin zu erbauen, aus Furcht, daß dieser samt dem Magazin wieder untergehen könnte.

Auf Grund all der obigen Erörterungen möchte ich folgende Änderungen des Projektes in Vorschlag bringen:

1. Die Plateauanschüttungen für die Bahnanlagen wären laut Projekt auszuführen; aber die Moli selbst sollen senkrecht auf die Ufermauer zu stehen kommen, wie dies in beige-schlossener Planskizze angedeutet ist (Abb. 22).

2. Der projektierte Wellenbrecher hätte ganz wegzubleiben, statt dessen wäre ein anderer, in kleiner Entfernung von der Ufermauer und parallel zu dieser zu erbauen. Derselbe sollte ohne Durchfahrtsöffnungen und in einer solchen Länge erbaut werden, daß an beiden Enden desselben Vorhäfen entstehen.

3. Die Bauausführung möge bei allen Objekten in der Weise erfolgen, daß aller Schlamm unter denselben verdrängt wird, und soll zu allen Arbeiten unter und über Wasser ausschließlich nur reines, unverwitterbares Steinmaterial verwendet werden.

*) Siehe „Zeitschrift“ 1896, S. 243.

Dies wären nun meine Bedenken, für deren Bekräftigung ich vielleicht sogar mehr Beweise anführte, als Fachleuten gegenüber notwendig war, und welche ich hie mit den verehrten Vereinskollegen mit dem Wunsche bekanntgebe, diese mögen dazu beitragen, durch Guttheißung

oder Widerlegung derselben den technisch und nautisch zweckmäßigsten und vollkommensten Hafenplan für St. Andrea festzusetzen, um die Verwirklichung dieses geläuterten Projektes in der kürzesten Bauzeit zu ermöglichen.

Vereinfachtes Verfahren zur Sichtbarmachung der neutralen Schichte.

(Vorläufige Mitteilung).

Von Otto Hönigsberg, Ingenieur der Südbahn in Wien.

Das Verfahren zur Sichtbarmachung der spannungsfreien neutralen Schichte bei Biegung durchsichtiger Körper, wie ich es zuerst im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein im April 1902 vorgeführt habe („Zeitschrift“ vom 25. April 1902 und vom 5. März 1904) bestand darin, den zu untersuchenden durchsichtigen Körper zwischen gekreuzten Nicolschen Prismen, also im dunklen Gesichtsfeld in verschiedenen Winkelstellungen zu beobachten, bzw. zu photographieren. Solange der Körper unbeanspruch ist, läßt er das dunkle Feld unverändert, erscheint also ganz schwarz. Bei Beanspruchung hellt sich der Körper infolge der hervorgerufenen Doppelbrechung auf, und es bleiben nur noch gewisse Stellen schwarz.

Schwarz erscheinen in jedem Bilde des beanspruchten Körpers:

1. diejenigen Stellen, welche unbeanspruch bleiben, also insbesondere die neutrale Schichte bei Biegung;
2. diejenigen Stellen, für welche je nach der augenblicklichen Winkelstellung zu den Nicolschen Prismen die Hauptspannungsrichtungen mit den Polarisationsrichtungen der Nicols zusammenfallen.

Während aber die mit 2) bezeichneten Stellen von Bild zu Bild wechseln, bleiben die mit 1) bezeichneten naturgemäß in allen Bildern die gleichen. Die neutrale Schichte ergibt sich also dadurch, daß man die verschiedenen Bilder übereinanderlegt und die allen Bildern gemeinsamen schwarzen Partien feststellt. Dieses Übereinanderlegen hat von Anfang an zu Schwierigkeiten Veranlassung gegeben, welche trotz mannigfacher Versuche nicht ganz behoben werden konnten.

Um diese Übelstände zu vermeiden wäre es nötig, die mit 2) bezeichneten Stellen auszuschließen. Dies ist möglich durch Verwendung von zirkular polarisiertem Licht. Zirkular polarisiertes Licht denkt man sich entstanden durch die Vereinigung von zwei gleich starken eben polarisierten Lichtstrahlen, deren Polarisations Ebenen senkrecht zu einander stehen und welche in der Phase um $\frac{1}{4}$ Wellenlänge gegeneinander verschieden sind. Die Zusammensetzung dieser beiden Schwingungen ergibt eine resultierende Schwingung von gleichbleibender Stärke jedoch beständig wechselnder Richtung, so daß sich die Schwingung längs Schraubenlinien fortpflanzt. Hieran läßt sich folgende Überlegung knüpfen.

Die Verdrehung der Polarisations Ebene, welche eben polarisiertes Licht in verschiedenen Substanzen, z. B. in Quarzkristallen erfährt, ist nach Fresnel dadurch zu erklären, daß ein eben polarisierter Lichtstrahl beim Eintritt in ein Quarzkristall in zwei entgegengesetzt rotierende zirkular polarisierte Lichtstrahlen zerlegt wird; diese beiden zirkular polarisierten Lichtstrahlen pflanzen sich im Quarz mit verschiedenen Geschwindigkeiten fort, haben also beim Austritte einen gewissen Phasenunterschied angenommen, der eine von beiden ist in der Rotation gegen den anderen zurückgeblieben. Wenn sich die beiden Strahlen nun beim Austritte wieder zu einem eben polarisierten Lichtstrahl vereinigen, so ist die resultierende Polarisations Ebene infolge dieses Phasenunterschiedes eine andere geworden, d. h. sie hat sich gegen die ursprüngliche Polarisations Ebene verdreht.

Diese Auffassung ist auch durch folgenden Versuch, welcher gewissermaßen ein Modell der Erscheinungen im Quarz bietet, bestätigt worden. Läßt man in einen gewöhnlichen doppeltbrechenden Kristall zirkular polarisiertes Licht eintreten, so wird dieses in bekannter Weise in zweierlei Strahlen zerlegt, von welchen sich jeder mit einer anderen Geschwindigkeit im Kristall fortbewegt. Beim Austritte ist also einer dieser Strahlen gegen den anderen zurückgeblieben; sorgt man nun dafür, daß die zirkular polarisierten Strahlen wieder in eben polarisiertes Licht verwandelt werden, so zeigt dieses eine Drehung der Polarisations Ebene gegen die ursprüngliche. Dieselbe Erscheinung muß sich auch zeigen, wenn man statt eines natürlichen Kristalls einen künstlichen verwendet, d. i. einen Körper, welcher durch Beanspruchung doppeltbrechend gemacht wurde.

Die vorstehende Erwägung zeigt die Möglichkeit, durch einen beanspruchten durchsichtigen Körper eine Drehung der Polarisations Ebene hervorzurufen. Diese Drehung wird an allen beanspruchten Stellen auftreten, gleichgültig welche Richtung dort die Hauptspannungen haben, und daselbst eine Aufhellung hervorrufen; nur an den unbeanspruchten Stellen, somit auch in der neutralen Schichte, erfolgt keine Drehung und bleibt das vor der Beanspruchung dunkle Gesichtsfeld auch nach der Beanspruchung dunkel. Es wird also in jeder Stellung ein Bild erscheinen, bei welchem nur die unbeanspruchten Stellen, bei Biegung nur die neutrale Schichte, dunkel sind.

Für die ersten Versuche habe ich vor und hinter dem Versuchskörper Viertelwellenblättchen eingeschaltet und dadurch eine ähnliche Anordnung erzielt wie bei dem erwähnten Modell der Erscheinungen am Quarz. Während die Polarisationsrichtung des Polarisators vertikal, die des Analysators horizontal steht, sind die optischen Achsen der Viertelwellenblättchen unter 45° geneigt, und zwar nicht gleichgerichtet, wie beim Quarzmodell, sondern gegeneinander um 90° verdreht. Das Blättchen vor dem Versuchskörper zerlegt die aus dem Polarisator kommenden eben polarisierten Lichtstrahlen in zweierlei gleich starke, senkrecht zu einander eben polarisierte Strahlen, welche durch ihre verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Innern des Blättchens beim Austritte einen Phasenunterschied von ein Viertel Wellenlänge angenommen haben; diese beiden unter 90° zu einander stehenden, um ein Viertel Wellenlänge verschiedenen Schwingungen geben zusammengesetzt eine resultierende Schwingung von konstanter Amplitude, welche in jedem Augenblick die Richtung wechselt, d. i. zirkular polarisiertes Licht. Durch das Blättchen hinter dem Versuchskörper erfolgt umgekehrt die Rückverwandlung des zirkular polarisierten in eben polarisiertes Licht, so daß beide Blättchen zusammen gar keine Wirkung äußern und nur bei Zwischenschaltung eines doppeltbrechenden Objektes Drehung der Polarisations Ebene eintritt. Statt der Viertelwellenblättchen können ebensogut auch andere Einrichtungen zur Erzeugung zirkular polarisierten Lichtes verwendet werden.

Die Drehung der Polarisations Ebene muß, wie aus dem vorhergehenden ersichtlich, um so stärker ausfallen,

je stärker die Doppelbrechung, bezw. die diese hervorrufende Spannung an der betreffenden Stelle ist. Man muß statt der unbeanspruchten Stellen auch diejenigen Stellen dunkel erhalten können, an welchen diese Drehung, bezw. die Spannung ein gewisses Maß erreicht, wenn man die Nicolischen Prismen nicht auf dunkel einstellt (unter 90° zueinander „gekreuzt“), sondern in einem um das Maß dieser Drehung verschiedenen Winkel. An den Stellen, an welchen die Drehung gerade diese Größe erreicht, wird dann Dunkelheit eintreten und eine Kurve gleicher Doppelbrechung, bezw. Spannungsstärke erscheinen.*)

Die gegenwärtige provisorische Untersuchungsanordnung leidet unter dem Übelstande, daß einfarbiges Licht von der Wellenlänge der Viertelwellenblättchen in hinreichender Stärke noch nicht hergestellt werden konnte, und deshalb gewöhnliches Bogenlicht verwendet ist. Mehr noch werden die Erscheinungen beeinträchtigt durch den Mangel einer genauen Justierung der Viertelwellenblättchen, wodurch die dunkle Linie eine Verschiebung erfährt. Dieser letztere leicht festzustellende Einfluß der ungenauen Justierung hat sich auch bei den Photographien, nach welchen Abb. 3 und 4 hergestellt sind, nicht ganz vermeiden lassen. Die Erscheinungen in der Nähe der Druckpunkte bedürfen zu ihrer Aufklärung noch einer näheren Untersuchung.

Die beschriebenen Erscheinungen konnte ich zum ersten Mal im Mai l. J. gelegentlich der Besichtigung meiner Versuche durch Mitglieder des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines im mechanisch-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule in Wien zeigen. Für wertvolle Ratschläge und Unterstützung bei den Versuchen bin ich den Herren Ingenieur Karl Nähr und Dr. Gottfried Dimmer sehr zu Dank verpflichtet.

Wien, im September 1905.

*) Maxwell hat auf diese Weise Kurven gleicher Doppelbrechung bezw. gleicher Beanspruchung ermittelt (Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1853), sagt hierüber indessen in seiner knappen Art nicht mehr als: „Man sieht sie am besten bei Benützung von zirkular polarisiertem Licht, da man die Kurven dann ohne Unterbrechung sieht und ihre Übereinstimmung mit den berechneten Kurven augenfälliger ist“ (They are best seen using circularly polarised light, as the curves are then seen without interruption and their resemblance to the calculated curves is more apparent). Aus diesem Satze ist über die Versuchsanordnung und die Wirkungsweise des zirkular polarisierten Lichtes nichts zu entnehmen. An einer Stelle, bei Untersuchung der Spannungsverteilung in einem plötzlich abgekühlten gleichseitigen Glasprisma, ist auch von „neutralen Punkten oder solchen Punkten, in welchen keine Einwirkung auf die Lichtstrahlen stattfindet“ (neutral points or points of no action on light) die Rede, d. h. unter den Kurven gleicher Doppelbrechung gehen diejenigen,

Aufnahmen in eben polarisiertem Lichte.

(„Zeitschrift“ 1904, Tafel V).

Schwarz erscheinen:

1. In allen Aufnahmen die unbeanspruchten Stellen einschließlich der neutralen Schichte.
2. in jeder Aufnahme diejenigen Stellen, in welchen die Hauptspannungen die Richtung des daneben gezeichneten Achsenkreuzes haben.

Belastungsschema, Abb. 5.

Zwei Stäbe gleichzeitig belastet.
Oberer Stab an zwei Stellen unterstützt, in der Mitte belastet (Biegung mit Schubbeanspruchung).
Unterer Stab an zwei Stellen unterstützt, an zwei Stellen symmetrisch belastet (reine Biegung).

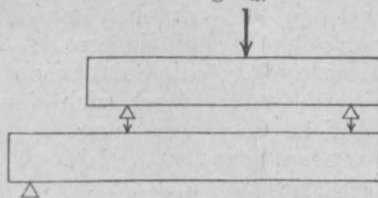


Abb. 5.

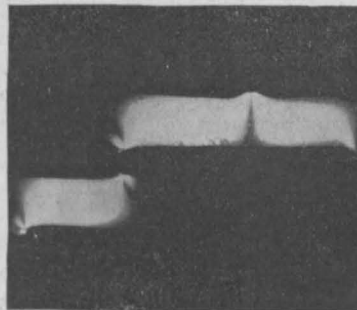


Abb. 1.

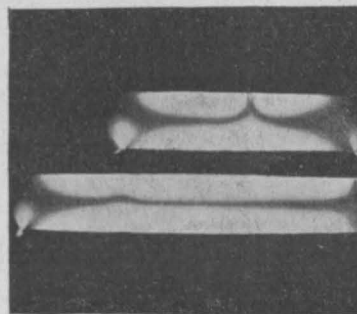


Abb. 2.

Aufgenommen im November 1901 im photographischen Laboratorium des Herrn Universitäts-Lektor Hinterberger in Wien.

Aufnahmen in zirkular polarisiertem Lichte.

Schwarz erscheinen:

In allen Aufnahmen nur die unbeanspruchten Stellen einschließlich der neutralen Schichte.

Belastungsschema, Abb. 6.

Stab an zwei Stellen unterstützt, an zwei Stellen symmetrisch belastet (reine Biegung).

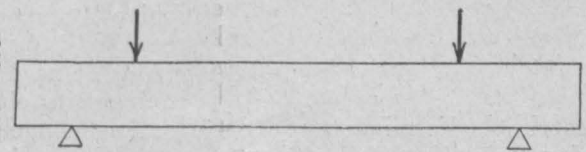


Abb. 6.

Das Achsenkreuz gibt die Stellung der Nicolischen Prismen während der Aufnahme an.

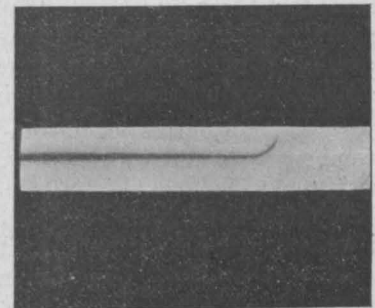


Abb. 3.

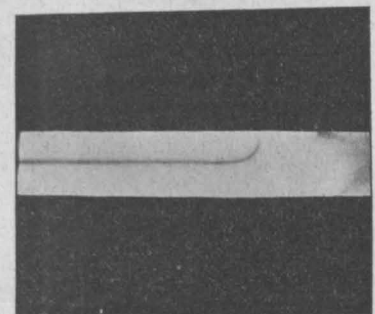


Abb. 4.

Aufgenommen im September 1905 im mechanisch-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule in Wien.

in welchen die Doppelbrechung Null ist, in diesem Falle in Punkte über. Nach dem Vorgang Maxwells hat später auch Carus Wilson (Philosophical Magazine, 1891) in einem Falle zirkular polarisiertes Licht zur Ermittlung der Kurven gleicher Beanspruchung verwendet. Eine Beobachtung der spannungsfreien neutralen Schichte bei Biegung findet sich unter den von Maxwell und Carus Wilson untersuchten Fällen nicht.

Untersuchung der Gasströmung in der Laval-Düse in dem Falle, als der Druck an der engsten Stelle höher als der kritische ist.

Von Ingenieur Adolf Langrod, Wien.

Bei den Versuchen Prof. Gutermuths*) über den Ausfluß des Wasserdampfes hatte die Laval-Düse ein eigenartiges Verhalten gezeigt. Während sich bei den Versuchen

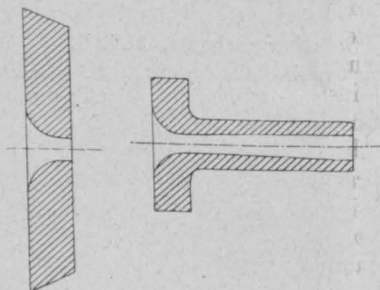


Abb. 1.

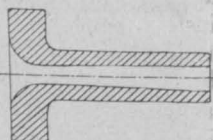


Abb. 2.

mit der trichterförmigen abgerundeten Öffnung (Abb. 1) mit der Theorie übereinstimmende Resultate ergaben, so daß in der diesbezüglichen Formel von Zeuner der Ausflußkoeffizient gleich 1 gesetzt werden konnte, hat eine an obige Mündung angeschlossene konische Erweiterung (Abb. 2) nach de Laval „einerseits eine nicht unmerkliche Verminderung der größten Ausflußmenge gegenüber dem freien Dampfaustritte verursacht, andererseits aber ließ sie auch die größten Ausflußmengen mit wesentlich kleineren Überdrücken erreichen.“ Diese eigenartige Erscheinung hat Gutermuth zu der Schlußfolgerung geführt, daß „die Ausflußmengen der Laval-Düse bei Drücken im Aufnahmerraum, welche oberhalb des kritischen liegen, mit den Rechnungsergebnissen der Zeunerschen Ausflußformel nicht im Einklang stehen.“ Für die konisch erweiterte Düse sind noch ergänzende Versuche durchzuführen, um die Grundlagen einer richtigen Ausflußformel zu gewinnen.

Ich beabsichtige jedoch, zu zeigen, daß unsere bis jetzt gewonnenen Kenntnisse der Gasströmung genügen, um eine richtige Ausflußformel für die Laval-Düse zu erhalten. Hierzu müssen wir jene Fälle der Gasströmung untersuchen, bei welchen der Druck im kleinsten Düsenquerschnitte höher ist als der kritische. Das Studium dieser Fälle ist auch für andere Zwecke von Nutzen, so z. B. für die Theorie der Dampfstrahlapparate, die ein Saugefälle ohne Energieverlust verursachende Verdichtungsstöße erzeugen sollen.

Stodola**) hat einen dem Venturi-Wassermesser ähnlichen Dampfmesser vorgeschlagen, der auf der Druckbeobachtung an der engsten Stelle beruhen würde. Auch hier müßte der Druck an der engsten Stelle größer als der kritische sein, und so wird es uns möglich sein, die Theorie dieses projektierten Dampfmessers zu geben.

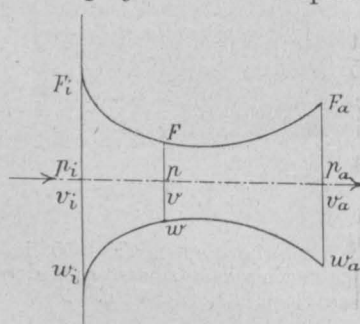


Abb. 3.

Denken wir uns an ein Gasgefäß von relativ sehr großen Dimensionen ein beliebig gestaltetes Ansatzrohr angeschlossen (Abb. 3). Die Strömungswiderstände werden in Anbetracht der nur klein gedachten Rohrlänge und insofern keine Gasstöße vorkommen, vernachlässigt, die übrigens sehr kleinen Bewegungen senkrecht zur Rohrachse unberücksichtigt und die Geschwindigkeiten an verschiedenen Stellen eines und desselben Querschnittes als gleich angenommen.

Es werden bezeichnet mit F die Querschnitte, mit p die Drücke, mit v die spezifischen Volumina und mit w die Geschwindigkeiten. Der Zeiger i bezieht sich auf den Rohranfang und a auf das Rohrende.

*) „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.“ 1904, S. 75.

**) „Die Dampfturbinen“. Berlin 1905, III. Auflage, S. 53.

Unter obigen Annahmen gelten für den Beharrungszustand folgende Gleichungen:

$$\frac{w^2 - w_i^2}{2g} = \int_p^{p_i} v dp \quad \dots \quad 1),$$

$$\frac{F_i w_i}{v_i} = \frac{F w}{v} = G \quad \dots \quad 2).$$

Die Gleichung 2) ist die bekannte Kontinuitätsgleichung, in welcher G die in einer Sekunde einen Rohrquerschnitt durchströmende Gasmenge bedeutet. Wegen der verhältnismäßig großen Strömungsgeschwindigkeiten kann meistens die adiabatische Zustandsänderung vorausgesetzt werden, wodurch sich den zwei vorherigen als dritte die Zustandsgleichung

$$p_i v_i^k = p v^k \quad \dots \quad 3)$$

zugeseilt.

Die Geschwindigkeit w_i ist bei verhältnismäßig großem Ausflußgefäße und gut abgerundeter Mündung sehr klein und kann meistens vernachlässigt werden. Aus den Gleichungen 1) und 3) bestimmt sich die Geschwindigkeit w für irgend einen Rohrquerschnitt

$$w = \sqrt{\frac{2gk}{k-1} p v \left[\left(\frac{p_i}{p} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} \quad \dots \quad 4).$$

Wenn wir diesen Wert für w und w_a in die für die Querschnitte F und F_a aufgestellte Kontinuitätsgleichung einsetzen, so erhalten wir aus der Gleichung

$$\frac{F w}{v} = \frac{F_a w_a}{v_a}$$

die Gleichung

$$F \sqrt{\frac{2gk}{k-1} \frac{p}{v} \left[\left(\frac{p_i}{p} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} = F_a \sqrt{\frac{2gk}{k-1} \frac{p_a}{v_a} \left[\left(\frac{p_i}{p_a} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]},$$

und mit Berücksichtigung der Zustandsgleichung 3) ergibt sich schließlich

$$\left(\frac{F}{F_a} \right)^2 = \frac{\left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}}}{\left(\frac{p}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}}} \quad \dots \quad 5).$$

Diese Gleichung gibt uns die Beziehung zwischen dem Querschnitte F und dem in ihm herrschenden Drucke p bei adiabatischer und umkehrbarer (widerstandsloser) Zustandsänderung. In einem Koordinatensystem, in welchem die Querschnitte F als Abszissen und die Drücke p als Ordinaten gewählt worden sind, stellt uns die Gleichung 5) eine durch den Punkt F_a, p_a gehende Adiabate dar, die infolge der Umkehrbarkeit des Prozesses in beiden Richtungen durchlaufen werden kann, entsprechend der Expansion, bezw. Kompression.

Nennen wir*) den dieser Adiabate entsprechenden kleinsten Querschnitt und den in ihm herrschenden Gaszustand kritisch, und unterscheiden wir die diesbezüglichen

*) Diese Benennung wird deshalb eingeführt, um eine Verwechslung zwischen dem kleinsten Rohrquerschnitte und der minimalen Abszisse der p, F -Adiabate zu verhindern.

Größen durch Voraussetzung des Zeigers m vor den entsprechenden Buchstaben, so ergibt sich aus der Bedingung

$$\frac{dF}{dp} = 0$$

das Verhältnis des kritischen Druckes zum Anfangsdrucke:

$$\frac{p_m}{p_i} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \dots \dots \dots 6).$$

Die kritische Geschwindigkeit w_m ergibt sich aus der Gleichung 4)

$$w_m = \sqrt{g k p_m v_m} \dots \dots \dots 7),$$

ist also der dem kritischen Zustande entsprechenden Schallgeschwindigkeit gleich. Für den kritischen Querschnitt erhalten wir aus der Gleichung 5)

$$\frac{F_m}{F_a} = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \cdot \sqrt{\left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}}} \dots 8).$$

Aus der Gestalt einer Adiabate in p, F -Koordinaten (siehe Abb. 4) folgt, daß bei dem ihr entsprechendem Dampfrohre von dem sehr großen Anfangsquerschnitte bis zu dem kleinsten und von diesem bis zum Endquerschnitte ein allmählicher Übergang vorhanden sein muß. Die Gestalt desselben ist bei Vernachlässigung der Strömungswiderstände und insofern nicht jene Grenzen überschritten werden, bei welchen sich das Gas von der Rohrwand abhebt, ohne Einfluß auf den Strömungsvorgang. Von Wichtigkeit ist daher nur der kleinste und der Endquerschnitt. Dieses doppeltrichterförmige Rohr wird als Laval-Düse bezeichnet.

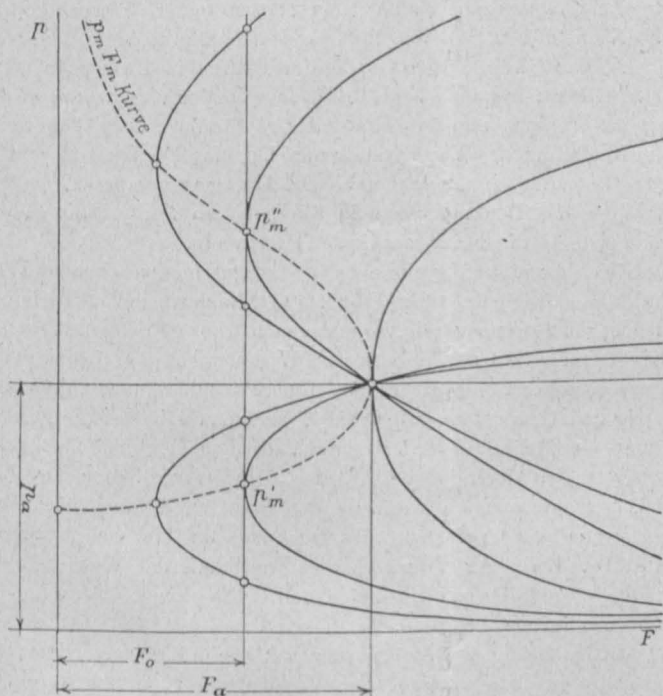


Abb. 4.

Variieren wir in der Gleichung 5) den Anfangsdruck p_i bei unveränderlichen F_a und p_a , so erhalten wir ein Adiabatenbüschel mit dem gemeinsamen Schnittpunkte $[F_a, p_a]$ (Abb. 4). Die kritischen Punkte $[p_m, F_m]$ bilden bei diesem Büschel eine Kurve, die in Abb. 4 strichliert eingezeichnet ist, und deren Gleichung durch Einsetzen der Werte für p_i aus Gleichung 5) in Gleichung 6) sich in folgender Form ergibt:

$$\frac{F_m}{F_a} = \sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \sqrt{\left(\frac{p_a}{p_m} \right)^{\frac{2}{k}} - \frac{2}{k+1} \left(\frac{p_a}{p_m} \right)^{\frac{k+1}{k}}}$$

Liegt eine Laval-Düse vor, und ist auch der äußere Druck p_a gegeben, so wird die Art der adiabatischen Strömung auf folgende Weise bestimmt. Obiges Adiabatenbüschel können wir in zwei Gruppen teilen. In der einen Gruppe ist der gegebene äußere Druck p_a größer als der jeweilige kritische p_m , in der zweiten ist er kleiner. Die Adiabaten der ersten Gruppe haben ihre kritischen Punkte auf dem unteren Teile der Kurve $[F_m, p_m]$, vom Punkte F_a, p_a betrachtet, die der zweiten Gruppe auf dem oberen Teile. Wie aus der Abb. 4 ohneweiters ersichtlich ist, findet bei den Adiabaten der ersten Gruppe während der Strömung vom Gasgefäße bis zum kleinsten Rohrquerschnitte eine Expansion und von da bis zum Endquerschnitte eine Kompression längs derselben Adiabate auf den äußeren Druck statt. Die kleinsten Drücke herrschen daher hier im kleinsten Rohrquerschnitte (nennen wir ihn F_0 und die ihm entsprechenden sonstigen Größen p_0, v_0, w_0) und werden durch die Schnittpunkte der zur Ordinatenachse parallelen Geraden $F = F_0$ mit den betreffenden Adiabaten bestimmt. Da diese Adiabaten mit jener Geraden zwei Schnittpunkte besitzen, so müssen wir feststellen, daß, wie aus der Abb. 4 ohneweiters ersichtlich ist, von den sich so für jede Adiabate ergebenden zwei Drücken jener gilt, der größer ist als der entsprechende kritische. Nur bei jener Adiabate, die zur Geraden $F = F_0$ tangential verläuft, fällt der Druck im kleinsten Querschnitte mit dem kritischen zusammen. Dieser Druck ist gleichzeitig der kleinste, der hier bei der adiabatischen, widerstandslosen Strömung erreichbar ist.

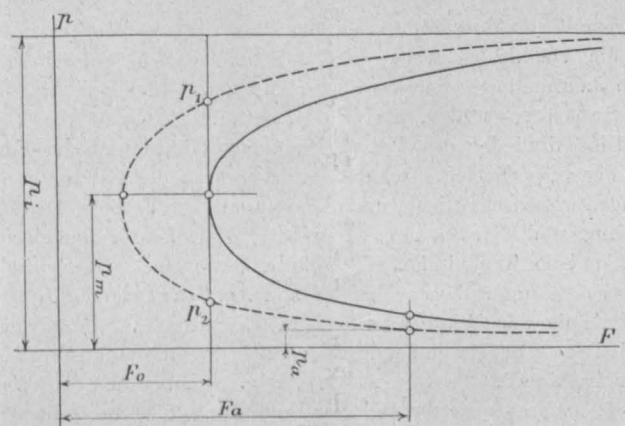


Abb. 5.

Bei den Adiabaten, bei welchen der gegebene äußere Druck kleiner als der jeweilige kritische ist, findet in dem kleinsten Rohrquerschnitte, wie aus Abb. 4 und insbesondere aus Abb. 5 ersichtlich, eine Unstetigkeit statt. Das Gas müßte zuerst auf den Druck p_1 (Abb. 5) expandieren, sodann müßte ein Verdünnungsstoß stattfinden, der den Druck p_1 auf p_2 reduziert, worauf eine Expansion auf den äußeren Druck p_a folgen würde. Die Verdünnungsstöße sind aber, wie schon Riemann*) gezeigt hat, in Wirklichkeit unmöglich, da sie mit dem Gesetze der Erhaltung der Energie nicht in Einklang zu bringen sind. Daher werden alle Adiabaten der betrachteten Adiabatengruppe, welche die Gerade $F = F_0$ in zwei Punkten schneiden, durch andere ersetzt werden müssen, die bei demselben Anfangsdrucke p_i diese Gerade tangieren. Nachdem diese Adiabaten nicht zu dem Adiabatenbüschel (p_a, F_a) gehören, so besteht im Rohrendequerschnitte zwischen dem Gasstromdrucke und dem äußeren p_a eine Differenz, die erst außerhalb des Rohres ausgeglichen wird. Wie aus Abb. 5 ohneweiters ersichtlich ist, ist der Gasdruck am Rohrende immer größer als der äußere Druck. Unter den Adiabaten des Adiabatenbüschels F_a, p_a , bei welchen p_a kleiner als das jeweilige p_m ist, findet sich nur

*) Riemann-Weber. Die partiellen Differential-Gleichungen. 1901, 2. Bd.

eine, die die Gerade $F = F_0$ tangiert, bei welcher also am Rohrende kein Spannungsabfall stattfindet.

Im ganzen gibt es daher für eine bestimmte Düse und einen bestimmten Enddruck p_a zwei Adiabaten, deren kritische Querschnitte mit dem kleinsten Düsenquerschnitte zusammenfallen. Bei der einen Adiabate ist der kritische Druck größer als der äußere, bei der anderen kleiner.

Für gegebenen Anfangsdruck p_i hingegen gibt es nur

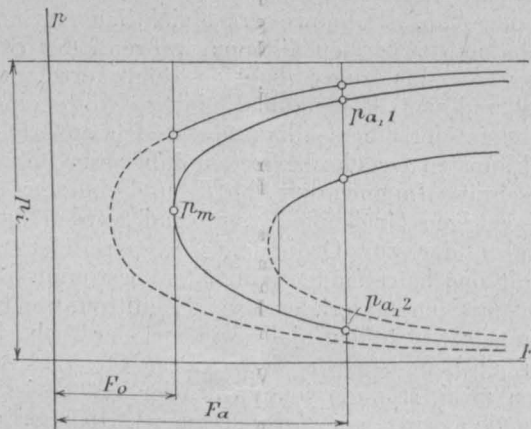


Abb. 6.

eine Adiabate von obiger Eigenschaft (Abb. 6). Dem Endquerschnitte entsprechen hier zweierlei Drücke p_a , von denen einer größer als der kritische ist und der andere kleiner. Nennen wir den einen $p_{a,1}$ und den anderen $p_{a,2}$, so kann der äußere Druck entweder größer oder gleich $p_{a,1}$ oder auch kleiner oder gleich $p_{a,2}$ sein oder schließlich zwischen $p_{a,1}$ und $p_{a,2}$ liegen. Im ersten Falle haben wir es mit denselben Strömungserscheinungen zu tun wie bei den Adiabaten des vorher besprochenen Adiabatenbüschels, bei welchen p_a größer war als p_m . Der Druck im kleinsten Querschnitte ist hier größer als der kritische, und der Expansion bis zu der engsten Rohrstelle folgt von da an eine Kompression bis an das Rohrende. Dem Falle, daß der äußere Druck kleiner als $p_{a,2}$ ist, entsprechen die Adiabaten des genannten Adiabatenbüschels, bei welchen p_m größer als p_a ist, also folgt der Expansion vom Rohranfange bis zum Rohrende ein Spannungsausgleich außerhalb des Rohres. Liegt schließlich der äußere Druck zwischen $p_{a,1}$ und $p_{a,2}$, so findet zwischen der anfänglichen adiabatischen Expansion und der schließlich adiabatischen Kompression nach den Annahmen Stodola*) und Prandtl's**) ein Verdichtungsstoß statt. Der Druck an der engsten Stelle ist hierbei stets der kritische und daher der Gasausfluß stets derselbe, und zwar der maximale.

(Schluß folgt.)

Denkmal-Enthüllung.

Am 17. d. M. wurden auf den Ehrengräbern des Zentralfriedhofes die Denkmale zweier, um den technischen Fortschritt des vorigen Jahrhunderts hochverdienter Männer, Josef Petzvals und Anton Schrötters R. v. Kristelli, enthüllt.

Die Mitglieder des Petzval-Denkmal-Komitees und der Familie Schrötters, zahlreiche Schüler und Verehrer der Genannten, Abordnungen wissenschaftlicher und photographischer Vereine, Deputierte der Geburtsstadt Petzvals, Szepesbela, viele Professoren der Universität und der Technischen Hochschule, sowie eine große Anzahl von Festgästen — unter diesen Minister a. D. v. Hartel, der Präsident der Akademie der Wissenschaften Dr. E. Sueß, der Bürgermeister Dr. K. Lueger, der Maschinendirektor der Gesellschaft John Cockerill in Seraing Kraft de la Saulx, Feldmarschalleutnant v. Wuich und viele andere — hatten sich zur Enthüllungsfeier am Zentralfriedhofe eingefunden. Die Enthüllung des Petzval-Denkmals, dessen Errichtung in erster Linie den Bemühungen eines Komitees mit Herrenhausmitglied Ph. R. v. Schoeller an der Spitze zu danken ist, ging voran. Ein vom akademischen Gesangsverein gesungener Chor leitete die erhebende Feier ein. Hierauf hielt Professor Wirtinger die Festrede. Mit hinreißender Begeisterung schilderte er Petzvals Verdienste. „Wenn“, sagte er, „heute die Photographie das flüchtig eintellende Lichtbild festzuhalten weiß, wenn sie heute im Mikroskop den letzten Elementen des Lebens nachgeht und das Bild des Augenblicks zum dauernden Beweisstück macht, wenn sie in die Fernen des Weltalls eindringt und mit unbestechlicher Schärfe das Forscherauge übertrifft, wenn sie die Netzhaut des menschlichen Auges auf die Platte bannt, wenn sie den Luftschiffer begleitet und Berg und Tal der Erde auf die Karte zeichnet, ja selbst wenn sie im weichen Spiel des Schattens und des Lichtes das künstlerisch geschaute Bildnis der Natur uns wiedergibt, so konnte sie dies

alles erst leisten, nachdem sie jenen ersten Schritt aus Petzvals Hand getan.“ „Doch“, schloß Wirtinger, „wo einst der Sinn für Licht und Töne lebte, herrscht des Todes Ruhe und des Grabes Nacht. Ob dem Sarge aber laßt uns sein Bild errichten, dem Manne zum Gedächtnis, sich selbst zum Ruhme, den Stätten seiner Wirksamkeit zur Ehre.“ Nach diesen Worten fiel die Denkmalhülle und das wohlgetroffene, von Charlemont modellierte Brustbild Petzvals wurde sichtbar. Hierauf wendete sich Herr Generalmajor v. Obermayer im Namen des Denkmalkomitees an den Herrn Bürgermeister, dankte ihm für die Widmung des Ehrengrabes und bat, das Denkmal in die Obhut der Gemeinde zu übernehmen. Dr. Lueger versprach, daß die Stadt Wien das Denkmal stets in Ehren halten werde. Ein Schlußgesang beendete die Feier am Grabe Petzvals.

Gleich darauf erfolgte in ebenso würdiger und erhebender Weise die Enthüllung des Schrötter-Denkmals. Nach einem vom Technisch-Akademischen Gesangsverein vorgetragenen Chor gab Hofrat Professor Dr. Lieben ein Bild des Lebens und Wirkens Anton v. Schrötters, der durch seine Studien über den roten Phosphor einer zukünftigen Industrie den Grundstein gelegt habe. Nachdem Lieben geschlossen hatte und das Reliefbild Schrötters auf dem Denkmal bloß gelegt worden war, bat der Sohn des Toten, Hofrat Professor Dr. L. v. Schrötter, im Namen der anwesenden zwei Generationen den Herrn Bürgermeister auf Aufnahme des Denkmals in die Obhut der Gemeinde. Dr. Lueger versprach dies, nochmals der Verdienste von Schrötter und Petzval gedenkend. Die zweite Strophe des „Gaudeamus igitur“ beschloß die Feier.

An den beiden Gräbern wurden zahlreiche Kränze niedergelegt; unter diesen je einer von unserem Vereine, der außerdem durch den Vorstand, den Sekretär und zahlreiche Mitglieder bei der Feier vertreten war.

J. F.

Vermischtes.

Wettbewerb.

Das Ausstellungskomitee der internationalen Simplonausstellung 1906 in Mailand erläßt auf Vorschlag der Kommission für die Abteilung „Fürsorgeeinrichtungen“ einen internationalen Wettbewerb für Entwürfe von Arbeiterhäusern, welche den Bedingungen von Oberitalien angepaßt sind, mit dem Einlieferungstermine vom 31. März 1906. Der Wettbewerb, bei dem die verschiedenen technischen, hygienischen und ökonomischen Gesichtspunkte entwickelt werden sollen und

dessen Entwürfe Wohnungen für kleinere und größere Familien von ein, zwei, drei und vereinzelt auch vier Räumen zu enthalten haben, umfaßt drei Kategorien: 1. Häuser oder Häusergruppen, geeignet für größere Städte; 2. Häuser oder Häusergruppen, geeignet für mittlere Städte; 3. Häuser oder Häusergruppen, geeignet für Arbeiterfamilien

*) Stodola, a. a. O., S. 50. Siehe auch „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.“ 1903.

**) „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.“ 1904, S. 348.

alleinstehender industrieller Etablissements. Die projektierten Häuser, die bei Kategorie 1 und 2 auf einem von vier Straßen umgebenen, rechteckigen freien Areal, bei Kategorie 3 auf beliebigem Gelände unterzubringen sind, sollen für 200 Familien mit 700 Personen Platz gewähren; der Preis der Grundfläche ist für Kategorie 1 mit L 10, Kategorie II mit L 5 und Kategorie III mit L 1:50 für ein m^2 angegeben. An Plänen sind einzureichen: ein Lageplan 1:500, alle Grundrisse 1:100 und Entwürfe einiger interessanter Konstruktions-Einzelheiten 1:20, dazu die metrische Berechnung der Konstruktion, die Berechnung der voraussichtlichen Kosten, für jede Art von Gebäuden der Einheitspreis des m^2 überbauter Grundfläche, des m^2 gesamter Grundfläche aller Räume, sowie des m^3 umbauten Raumes von Erdgeschoß bis Anfang Dachgeschoß und schließlich zwei Berichte, der eine über die technischen, hygienischen und sozialen Einrichtungen, der andere über den allgemeinen finanziellen Plan und den voraussichtlichen Geschäftsgang des Unternehmens. Für jede Kategorie sind zwei Preise ausgesetzt von L 6000 und L 2000, die von einem internationalen, vom Ausstellungskomitee zu ernennenden Preisgerichte an die von der Organisations-Kommission für würdig befundenen und in der Galerie der Abteilung „Fürsorge“ öffentlich ausgestellten Projekte verteilt werden. Das Komitee behält sich das Recht vor, die zum Wettbewerb eingesendeten Projekte zu veröffentlichen; das künstlerische Eigentum und das Ausführungsrecht verbleiben dem Verfasser. Eine Einschreibgebühr von L 20 ist bis zum 15. Februar 1906 beim Komitee der Ausstellung zu bezahlen, wo auch die Wettbewerbsbestimmungen zu beziehen sind.

Offene Stellen.

78. Beim küstenländischen Staatsbaudienste, und zwar im Baudepartement der k. k. Statthalterei, gelangt eine Ingenieurstelle mit den systemmäßigen Bezügen der IX. Rangklasse zur Besorgung von maschinen-technischen sowie das Dampfkesselwesen betreffenden Agenden zur Besetzung. Gesuche mit dem Nachweise der zurückgelegten Studien, darunter auch der Absolvierung eines elektrotechnischen Kurses, dann einer mehrjährigen praktischen Verwendung im allgemeinen Maschinenbaufache, sind bis 10. November 1. J. beim k. k. Statthalterei-Präsidium in Triest einzureichen.

79. Bei der Lehrkanzel für Bergbaukunde, Markscheidekunst und Aufbereitungslehre an der k. k. Montanistischen Hochschule in Příbram gelangt mit Beginn des Studienjahres 1905/1906 eine in der IX. Rangklasse der Staatsbeamten stehende Adjunktenstelle, mit welcher nach dem gegenwärtig geltenden Statute der k. k. Montanistischen Hochschulen in Leoben und Příbram der Jahresgehalt von K 2000, die systemmäßige Aktivitätszulage von K 500 jährlich, ferner Quinquennalzulagen von je K 400 bis einschließlich zum zehnten Jahre dieser Dienstleistung verbunden sind, zur Besetzung. Bewerber um diese Stelle haben durch Staatsprüfungszeugnisse die mit Erfolg zurückgelegten Studien beider Fachschulen an einer k. k. Montanistischen Hochschule (Bergakademie) und außerdem ihre nachherige Verwendung im praktischen Dienste des Bergwesens sowie ihre eventuelle literarische Tätigkeit nachzuweisen. Gesuche sind bis 10. November 1. J. an das Rektorat dieser Hochschule zu richten.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Die k. k. Staatsbahndirektion Pilsen vergibt im Offertwege verschiedene Bauarbeiten für das neue Aufnahmegebäude in Pilsen. Angebote sind bis 23. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, einzureichen. Projektpläne und Bedingungen liegen bei der genannten Direktion im Bureau der Abteilung 3 für Bau und Bahnerhaltung zur Einsicht auf.

2. Wegen Vergebung der Demolierung der städtischen Häuser, Wien, 11 Praterstraße 2, 4, 6, Untere Donaustraße 1, 3 und 5 findet am 23. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, beim Magistrate eine Offertverhandlung statt.

3. Vergebung der Demolierung des dem Wiener Bürgerspitalfonds gehörigen Hauses, XII Wilhelmstraße 1. Angebote sind bis 24. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, beim Magistrate Wien einzureichen.

4. Wegen Vergebung des Baues eines öffentlichen Krankenhauses und einer Eisgrube in Körösbánya im veranschlagten Kostenbetrage von K 12.371.10 findet am 26. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, beim k. u. Staatsbauamte in Déva eine schriftliche Offertverhandlung statt. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen liegen beim k. u. Staatsbauamte in Déva zur Einsicht auf. Vadium 5%.

5. Wegen Vergebung des Baues eines Finanzdirektionsgebäudes im veranschlagten Kostenbetrage von K 186.818.92 findet am 27. Oktober 1. J., vormittags 10 Uhr, beim städtischen Wirtschaftsamt in Székesfehérvár eine Offertverhandlung statt. Pläne, Kosten-

anschläge und Bedingungen können beim dortigen städtischen Ingenieuramt eingesehen werden. Vadium K 9400.

6. Die k. k. Baubezirksleitung Meran vergibt die Herstellung von Sohlfixierungen im Trafoi-Suldenbache und die weiteren Sicherungsbauten an der Stilsersjoch-Reichsstraße zwischen Prad und Trafoi Km 4 bis 13 im veranschlagten Kostenbetrage von K 187.393.20. Angebote sind bis 28. Oktober 1. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Bauleitung zu überreichen. Der Zeitpunkt der Inangriffnahme der Arbeiten hängt von der verfassungsmäßigen Bewilligung der Baukredite ab, desgleichen die Verteilung des Baues auf mehrere Jahre. Detailpläne, Baubedingnisse u. s. w. können bei der k. k. Baubezirksleitung in Meran eingesehen werden.

7. Die Gemeindevorsteherung Saalfelden vergibt im Offertwege verschiedene Bauarbeiten für den Neubau der dortigen Volks- und Bürgerschule. Angebote sind bis 28. Oktober 1. J. an die genannte Gemeindevorsteherung zu richten, bei welcher nähere Auskünfte erteilt werden. Vadium 5%.

8. Die Gemeinde Egersehi vergibt im Offertwege den Baueines Gemeindehauses und einer Notärswohnung samt Nebengebäuden. Die Offertverhandlung findet am 29. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, im Gemeindehause statt. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen liegen beim Gemeindeamte zur Einsicht auf. Vadium 5%.

9. Wegen Vergebung der Ausführung von Kanalisationsarbeiten auf dem Olsauer Friedhofe findet am 31. Oktober 1. J., vormittags 11 Uhr, beim Stadtrate Prag eine Offertverhandlung statt. Bedingungen u. s. w. können beim Stadtrate eingesehen werden. Vadium 5%.

10. Wegen Vergebung der Wasserversorgung der Stadt Huelva, und zwar mindestens 100 Liter täglich per Einwohner und mindestens 500 m^3 täglich für den städtischen Straßenspritz- und Feuerwehrdienst (Maximalpreis für Parteien Peset. 0.25, für die Stadt Peset 0.15 per m^3) findet am 5. November 1. J. eine Offertverhandlung statt. Angebote sind an das Ayuntamiento Constitucional de Huelva zu richten.

11. Die Gemeindevertretung von Paks vergibt im Offertwege den Bau von drei neuen Volksschulen im veranschlagten Kostenbetrage von K 38.946.51 und die Adaptierung einer Kinderbewahranstalt im Kostenbetrage von K 10.981.40. Wegen Vergebung dieser Arbeiten findet am 7. November 1. J., vormittags 10 Uhr, im dortigen Gemeindehause eine Offertverhandlung statt. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen liegen in der Notärskanzlei zur Einsicht auf. Vadium 10%.

12. Wegen Vergebung der Eisenkonstruktionsarbeiten für vier Verkaufshallen am Zentralviehmarkte zu St. Marx im veranschlagten Kostenbetrage von K 26.273.15 findet am 10. November 1. J., vormittags 10 Uhr, beim Magistrate Wien eine öffentliche schriftliche Offertverhandlung statt. Die bezüglichen Behelfe liegen beim Stadtbauamte zur Einsicht auf. Vadium 5%.

Eingelangte Bücher.

10.280 Sammlung von Zeichnungen bisher ausgeführter und zur Ausführung vorgeschlagener Drehgestelle für Schnellzugwagen. Herausgegeben auf Veranlassung des Vereines deutscher Maschinen-Ingenieure. 80. 19 S. m. 36 Taf. Berlin 1904, Glaser (M 11).

10.281 Zur Berechnung räumlicher Fachwerke. Von Dr. L. Sachs. 80. 56 S. m. 3 Taf. Berlin 1905, Ernst & Sohn (M 350).

10.282 Über rationelle rauchfreie Heizung von Backöfen. Von W. Bucerius. 80. 27 S. m. 13 Abb. München 1905, Oldenbourg (M —.50).

10.283 Zur Frage: Formänderungsarbeit bei Torsion. Von Dr. M. Huber. 80. 9 S. m. 2 Abb. Wien 1905, Selbstverlag.

10.284 Vorlesungen über mathematische Näherungsmethoden. Von Dr. O. Biermann. 80. 226 S. m. 35 Abb. Braunschweig 1905, Vieweg & Sohn (M 8.80).

10.285 Die elektrischen Bogenlampen, deren Prinzip, Konstruktion und Anwendung. Von J. Zeidler. 80. 142 S. m. 130 Abb. Braunschweig 1905, Vieweg & Sohn (M 5.50).

10.286 Berichte über Geheimmittel, welche zur Verhütung und Beseitigung von Kesselstein dienen sollen. Von G. Eckermann. 80. 168 S. Hamburg 1905, Boysen & Maasch (M 2.80).

10.287 Friedrich Schmidts Berufung nach Österreich. Von Dr. A. Nechansky. 80. 22 S. Wien, Konegen.

10.288 Cottage Hospitals General, Fever and Convalescent, their Progress, Management and Work. By H. C. Burdett. 550 S. m. Abb. London 1880, Churchill.

10.289 Compaß, Finanzielles Jahrbuch für Österreich-Ungarn. Gegründet von Ch. Leonhardt. Herausgegeben von S. Heller. 80. 38. Jahrgang für 1905. 2 Bände. Wien, Hölder.

10.290 Tunnelbau und Gebirgsdruck. Von A. Heim. 80. 22 S. Zürich 1905, Selbstverlag.

10.291 Vorträge über sphärische Astronomie. Von Dr. W. Tinter. 40. 2 Teile. Wien 1872.

10.292 Der Winterpalast des Prinzen Eugen von Savoyen, jetzt k. k. Finanzministerium in Wien. Von Dr. V. Hofmann v. Wellenhof. 40. 40 S. m. Abb. u. 7 Taf. Wien 1904.

10.293 Index zu den stenographischen Protokollen des Abgeordnetenhauses des österreichischen Reichsrates und zu den Beilagen desselben. Session XI—XVI, 1891—1900. 80. Wien, K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

10.294 Die Gebarung und die Ergebnisse der Unfallstatistik der im Grunde des Gesetzes vom 28. Dezember 1887, betreffend die Unfallversicherung der Arbeiter, errichteten Arbeiter-Unfallversicherungs-Anstalten der Jahre 1893—1897. 40. Wien, K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

10.295 Die Gebarung und die Ergebnisse der Krankheitsstatistik der nach dem Gesetze vom 30. März 1888, betreffend die Krankenversicherung der Arbeiter, eingerichteten Krankenkassen der Jahre 1891—1897. 40. Wien, K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

10.296 Programm für die Reform und den Ausbau der Arbeiterversicherung. 80. 261 S. Wien 1904, K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

10.297 Tabellen zur Währungsstatistik. Verfaßt im k. k. Finanzministerium. 40. Wien 1896—1898, K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

10.298 Tauern—Predil-Linie. Zwölf verschiedene Abhandlungen, betreffend den Bau der Tauern—Predil-Linie.

10.299 Über die Winkelsumme in Polygonen mit Seitendurchschnitten. Von F. Lorber. 80. 7 S. m. Abb. Hannover 1888, Jänecke.

10.300 Ein Beitrag zur Theorie der Fadendistanzmesser. Von F. Lorber. 80. 5 S. Berlin 1887, Springer.

10.301 Über die Genauigkeit der Instrumente zum Abstecken von rechten Winkeln. Von F. Lorber. 80. 15 S. Berlin 1888, Springer.

10.302 Über den Einfluß und die Größe der Lattenschiefe bei Distanzmessungen und über die Genauigkeit von Schraubendistanzmessern. Von F. Lorber. 80. 13 S. Berlin 1886, Springer.

10.303 Über den Einfluß der Länge der Meßplatten auf die Genauigkeit der Lattenmessungen längs gespannter Schnur. Von F. Lorber. 80. 9 S. Wien 1886, Hölder.

10.304 Neue bergbaupolizeiliche Vorschriften für den Erdwachsbaum in Galizien. 80. 85 S. Wien 1900, K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

10.305 Die Vinstgauerbahn. Von Dr. J. Tinzl. 80. 70 S. Meran 1894.

10.306 Über die Vorbereitung und Durchführung der Lokalbahnprojekte. 80. 14 S. Wien 1896.

10.307 Zur Geschichte der Einführung des metrischen Maß- und Gewichtssystems in Österreich. Von Dr. V. v. Hofmann. 80. 13 S. Wien 1870.

10.308 Das Steinsalzbergwerk in Wieliczka. Von E. Windakiewicz. 80. 40 S. m. 4 Taf. Wieliczka 1896, Selbstverlag.

10.309 Untersuchungen über das Wetterschießen. Von Pernter und Trabert. 80. 30 S. Wien.

10.310 Luftgas. Von Dr. A. Harpf. 80. 32 S. m. 1 Taf. Pörsch 1898, Selbstverlag.

10.311 Die Beseitigung der Fäkalien in Graz. 80. 35 S. mit 1 Taf. Graz 1901.

10.312 Studie über die Beziehungen zwischen Evoluten, Evolventen, Tonjektorien und Umhüllungslinien. Von V. Rauscher. 80. 46 S. m. Abb. Wien 1876, Gerolds Sohn.

10.313 Eine Kohlenstaubexplosion in Anina. Von R. Lamprecht. 80. 52 S. m. 1 Taf. Leipzig 1896, Felix.

10.314 Über die Beheizung unserer Wohnungen. Von E. Donath. 80. 22 S. Brünn 1895.

10.315 Denkschrift über die Mängel unseres Eisenbahntariffwesens und dessen Verhältnis zur Eisenbahnpolitik. 80. 24 S. Leoben.

Die Nrn. 10.291 bis 10.315 wurden der Bibliothek von Herrn k. k. Ober-Bergrat F. Lorber gespendet.

Die folgenden Werke wurden der Bibliothek von Herrn Ing. J. Deutsch gespendet.

10.316 Mémoire sur le canal de l'Ourcy et la distribution des ses Eaux sur le Dessèchement et l'Assainissement de Paris. Par S. Girard. 40. 2 Bände m. Atlas. Paris 1843.

10.317 Lowell Hydraulic Experiments. Being a Selection from Experiments on hydraulic Motors. By J. B. Francis. 80. 251 S. mit 23 Taf. New York 1868.

10.318 Recherches hydrauliques. Entreprises par M. H. Davey continuées par M. H. Bazin. 40. 652 S. m. Atlas. Paris 1865.

10.319 Les Eaux comme Moyen de Transport, Navigation fluviale et maritime. Par A. Debaume. 80. 295 S. m. 129 Taf. Paris 1878.

10.320 Théorie des Moteurs hydrauliques. Applications et Travaux du Canal de l'Aisne à la Marne. Par H. Gérardin. 80. 297 S. m. 25 Taf. Paris 1872.

10.321 Rivière et Canal d'Ourcy. Par E. Vuigner. 80. 119 S. m. 18 Taf. Paris 1862.

10.322 La Navigation des Rivières et des Canaux. Par M. Minard. 80. 425 S. m. 36 Taf. Paris 1841.

10.323 Construction des Canaux et des Chemins de fer. Par M. Graeff. 80. 361 S. m. 6 Taf. Paris 1861.

10.324 Histoire du Canal du Midi, ou Canal de Languedoc. Par Andreossy. 40. 2 Bände. Paris 1804.

10.325 Voies Navigables de la Belgique. 80. 2 Bände m. Atlas. Bruxelles 1880.

10.326 Mémoire sur les Barrages de Retenue des Gravier dans les Gorges des Torrents. Par Ph. Breton. 80. 67 S. m. 6 Taf. Paris 1867.

10.327 Cours de Construction des Ouvrages hydrauliques des Ports de Mer. Par M. Minard. 40. 252 S. m. 25 Taf. Paris 1846.

10.328 Mémoire sur le Mouvement des Eaux dans les Reservoirs à Alimentation variable. Par M. Graeff. 40. 238 S. m. 8 Taf. Paris 1873.

10.329 Description du Canal de Saint-Denis et du Canal Saint-Martin. Par E. de Villiers. 80. 64 S. m. 6 Taf. Paris 1826.

10.330 Mémoire sur la Résistance de l'Eau au Mouvement des Corps et particulièrement des Batiments de Mer. Par M. Bourgois. 40. 248 S. m. 3 Taf. Paris.

10.331 Nouvelles Tables pour les Calculs d'Intérêts composés d'Annuités et d'Amortissement. Par A. Violeine. 80. 136 S. Paris 1873.

10.332 Résumé des Expériences hydrauliques exécutées par le Gouvernement Américain sur le Mississipi. Par V. Fournie. 80. 128 S. Paris 1867.

10.333 Essai sur le Système général de Navigation intérieure de la France. Par B. Brisson. 80. 172 S. m. 1 Karte. Paris 1829.

10.334 Mémoire sur l'Application des Courbes de Débits. Étude du Régime des Rivières. Par M. Graeff. 80. 47 S. mit 3 Taf. Paris 1875.

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

Fachgruppe für Architektur und Hochbau und

Fachgruppe für Gesundheitstechnik.

Montag den 23. Oktober 1905

findet eine gemeinsame Besichtigung des von der Kaiser Franz Josef I.-Jubiläums-Stiftung für Volkswohnungen und Wohlfahrtseinrichtungen erbauten Männerheim, Wien, XX Meldemannstraße 27, statt.

Zusammenkunft 3½ Uhr nachmittags vor dem Eingangstore des genannten Gebäudes. Die Zufahrt erfolgt am besten mittels der städtischen Straßenbahn zur Endstation der Linie Ferdinandsbrücke—Dresdnerstraße oder zur Haltestelle Dresdnerstraße (von der Augartenbrücke) der Dampftramway Wien—Stammersdorf.

Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure.

Die kommende Fachgruppen-Session beginnt Dienstag den 14. November l. J. Die Versammlungen beginnen wie bisher um 7 Uhr abends.

Verzeichnis der Vortragsabende:

Dienstag den 14. November 1905.

Vortrag des Herrn Prof. Max Budau: „Mitteilungen vom X. Internationalen Schifffahrtkongresse: Die Elektrizitätswerke Paderno, Vizzola und Trezzo“.

Dienstag den 28. November 1905.

Vortrag des Herrn Dpl. Ing. Heilmann: „Entwicklung der Lokomobile in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht“.

Dienstag den 12. Dezember 1905.

Vortrag des Herrn Inspektor Theodor Brázda, Heizhausvorstand der k. k. Staatsbahnen in Amstetten: „Automatischer Kesselspeiseapparat“.

Dienstag den 26. Dezember 1905

(Stephan) findet keine Fachgruppen-Versammlung statt.

Als neue Einführung gelangt ein „Fragekasten“ zur Aufstellung, in welchen Fragezettel maschinentechnischen Inhaltes eingeworfen werden können. Dieser Fragekasten wird 8 Tage vor dem in der „Zeitschrift“ kundgemachten Diskussionsabende vom Ausschusse der Fachgruppe geöffnet, worauf die vorgefundenen Fragen bezüglich ihrer Zulässigkeit, bzw. Nichtzulässigkeit für die Diskussion beurteilt werden. Bei befundener Nichtzulässigkeit ist der Ausschuss nicht verpflichtet hiefür Gründe anzugeben. Die zur Diskussion zugelassenen Fragen werden in der vor dem Diskussionsabende erscheinenden „Zeitschrift“, und zwar ohne Namensnennung, veröffentlicht. Es steht frei, die Fragezettel mit Unterschrift zu versehen oder nicht.

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

Nr. 43.

Wien, Freitag, den 27. Oktober 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Über den Wasserzudrang in Brunnen und Baugruben.

Von Professor Dr. Philipp Forchheimer in Graz.

Einleitung.

In ruhendem Grundwasser ändert sich der Wasserdruck mit der Tiefe genau wie in einem offenen Teiche. Wegen dieser Abhängigkeit von der Tiefenlage wäre die Betrachtung des Druckes in den nachfolgenden Erörterungen nicht zweckmäßig, und soll von ihm nicht weiter die Rede sein. Denkt man sich hingegen bis zu einem beliebigen Punkte des mit Wasser erfüllten Bodens ein Standrohr hinabgetrieben, so ist die absolute Höhe des Spiegels im Standrohre von der besonderen Wahl des Punktes unabhängig, nämlich für alle Bodenteile — ob sie nun hoch oder tief gelegen seien — dieselbe. Das ändert sich erst, wenn das Grundwasser in Bewegung gerät. Liegen dann

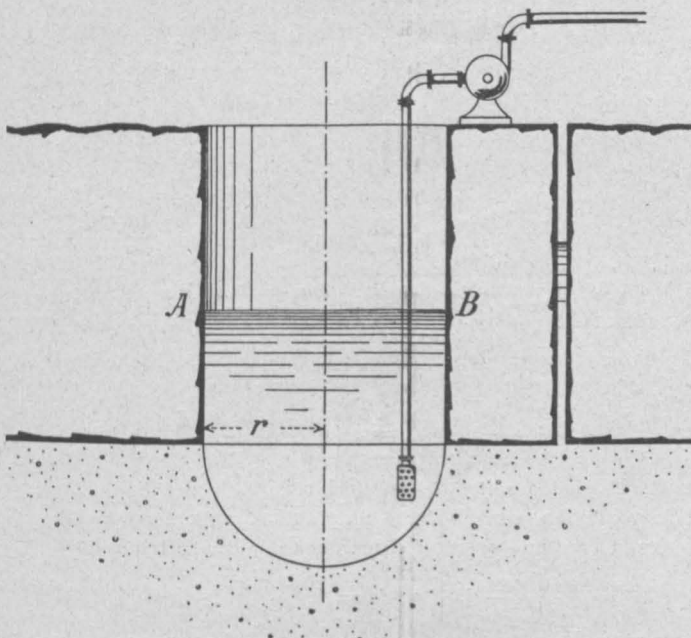


Abb. 1.

zwei Punkte *A* und *B* im selben Stromfaden, und fließt das Wasser von *A* nach *B*, so steht bekanntlich der Standrohrspiegel von *B* um den Druckhöhenverlust *h* tiefer als der von *A* und gilt

$$h = k l v \quad 1),$$

wenn

l die Entfernung *A B*, also die Weglänge (etwa in *m*),
v die Filtergeschwindigkeit, das heißt den Durchfluß durch die Flächeneinheit des Bodenquerschnittes (etwa in *m/Min.*),
k die Durchlässigkeit der betreffenden Bodengattung (dann ebenfalls in *m/Minute*)

bedeutet. Es ist kaum nötig hinzuzufügen, daß *v* beträchtlich kleiner als die wahre Wassergeschwindigkeit in den Poren ist und zu ihr im selben Verhältnis wie der Hohlraum zum Gesamtraum steht. Die Durchlässigkeit *k* soll als konstant betrachtet werden.

Zulauf in dichtwandige Brunnen mit halbkugelförmiger Sohle.

Eine undurchlässige Schichte bedecke mit Wasser erfülltes durchlässiges Erdreich, das sich ringsum und auch abwärts weithin erstrecke. Wird nun die Deckschicht mit einem Brunnenschacht durchbrochen, in der durchlässigen Masse eine Halbkugel vom Halbmesser *r* ausgehoben und dann aus dem Brunnen gepumpt, so strömt allseitig strahlenförmig Wasser zu. Der Standrohrspiegel fällt bei diesem Betriebe für alle Punkte der halbkugelförmigen Sohle mit dem freien Spiegel *AB* im Schacht zusammen (Abb. 1); für jeden anderen Punkt des Gebietes liegt der Standrohrspiegel offenbar höher. Zugleich ist ersichtlich, daß bei allseitig gleicher Beschaffenheit des Bodens alle Punkte einer mit der Brunnensohle konzentrischen Halbkugelfläche denselben Standrohrspiegel besitzen (Abb. 2). Es sei *R* der

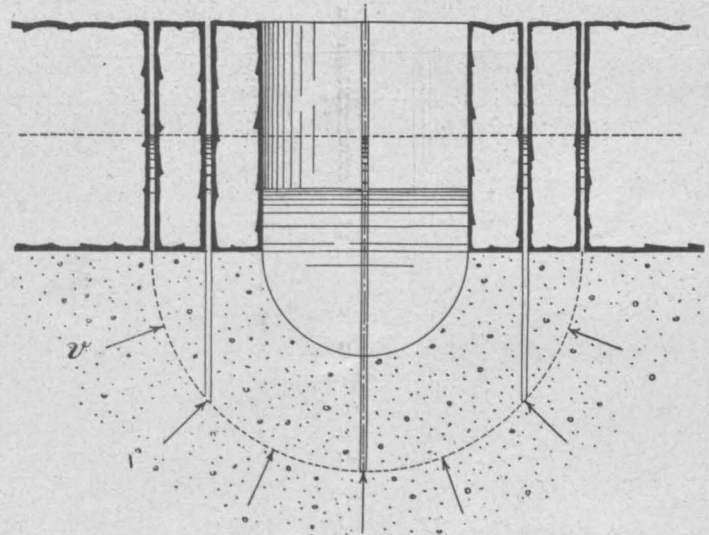


Abb. 2.

Halbmesser, also $2\pi R^2$ die Oberfläche einer solchen Halbkugel, dann ist in allen ihren Punkten die Filtergeschwindigkeit, wenn die Entnahme (gemäß obigen Einheiten in *m³/Minute* ausgedrückt) *q* beträgt,

$$v = \frac{q}{2\pi R^2} \quad 2)$$

und gilt für den Druckverlust *dh* auf der Strecke *dR*

$$dh = \frac{q}{2\pi k R^2} dR \quad 3).$$

Der gesamte Druckverlust (der gesamte Höhenunterschied der Standrohrspiegel) findet sich durch Integration von 3) zwischen den Grenzen *R* = ∞ und *R* = *r* ohneweiteres zu

$$h = \frac{q}{2\pi k r} \quad 4)$$

Vor dem Pumpen stand der Spiegel im Brunnen so hoch, wie er später noch im Unendlichen bleibt; es bedeutet also *h* zugleich die durch den Betrieb bewirkte Spiegel-senkung.

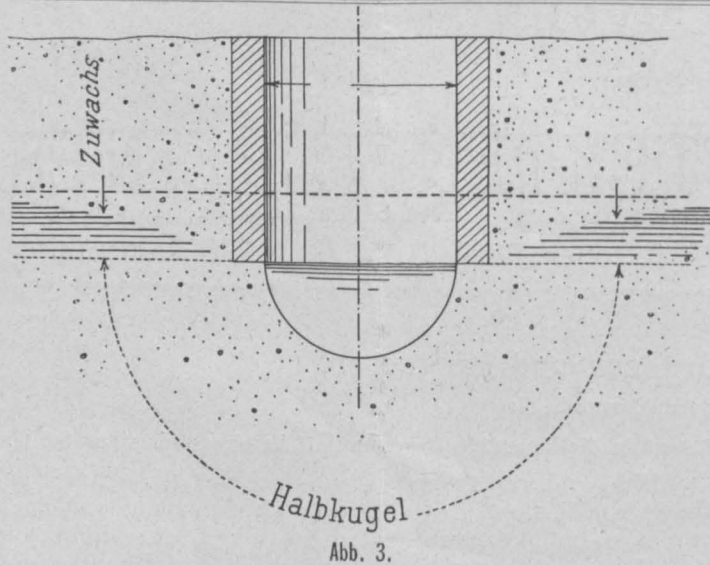


Abb. 3.

Formel 4) gilt noch, wenn man im Brunnen den Spiegel bis zum Kugelmittelpunkte senkt. Wird dann die dichte Deckschicht durch durchlässigen Boden ersetzt, so ragen zwar (vgl. Abb. 3) die durchströmten Querschnitte über die ehemaligen Halbkugeln etwas hinaus, wodurch h abnehmen muß, doch bleibt diese Abnahme unbedeutend. Selbst wenn bei Fortfall der Deckschicht der Schacht mit dichter Wand während des Betriebes noch ein wenig ins Grundwasser taucht, wie es Abb. 4 darstellt, muß Gleichung 4) noch angenähert gelten.

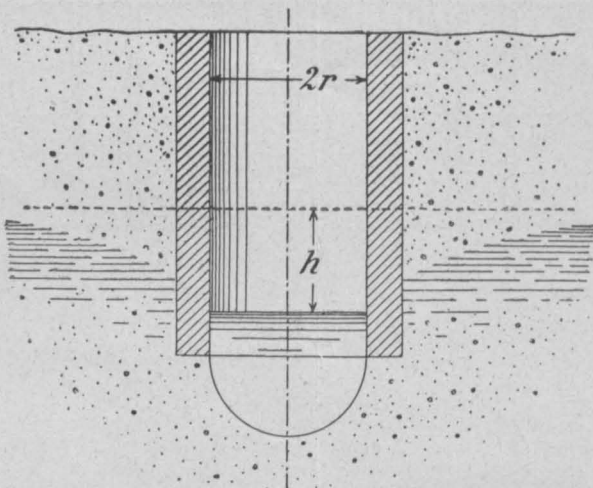


Abb. 4.

Differentialgleichung der Grundwasserbewegung.

Zur Erforschung der Grundwasserbewegung bei in mathematischer Hinsicht weniger einfacher Entnahmeweise ist eine allgemeine Betrachtung erforderlich. Zu dem Zweck werde angenommen, daß das Wasser ursprünglich keine Bewegung, also eine einheitliche wagrechte Standrohrspiegelfläche besessen habe, und daß später Bewegung eingetreten und infolgedessen der Standrohrspiegel jedes Punktes um ein Stück h gesunken sei. Lotrecht untereinander liegende Punkte werden bei diesem Vorgange im allgemeinen verschiedene h aufweisen, so daß der geometrische Ort sämtlicher Standrohrspiegel nicht von einer Fläche, sondern von einem Körper gebildet wird. Läßt man längs einer beliebigen Linie das Unterende eines Standrohres wandern, so beschreibt auch dessen Spiegel eine Linie, und zwar liegt letztere lotrecht über der ersten im Höhenabstande h vom Ruhespiegel.

Wird ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingeführt, ein Punkt x, y, z angenommen, um ihn herum als Mittelpunkt ein Bodenteilchen von der Ausdehnung dx, dy, dz abgegrenzt, so läßt sich die

Ein- und Ausströmung in die abgegrenzte Partie berechnen. Im Punkte x, y, z besitzt gemäß 1) das Wasser folgende Filtergeschwindigkeiten:

$$\begin{aligned} \text{in der } x\text{-Richtung } v_x &= k \frac{\partial h}{\partial x}, \\ \text{„ „ „ } v_y &= k \frac{\partial h}{\partial y}, \\ \text{„ „ „ } v_z &= k \frac{\partial h}{\partial z}. \end{aligned}$$

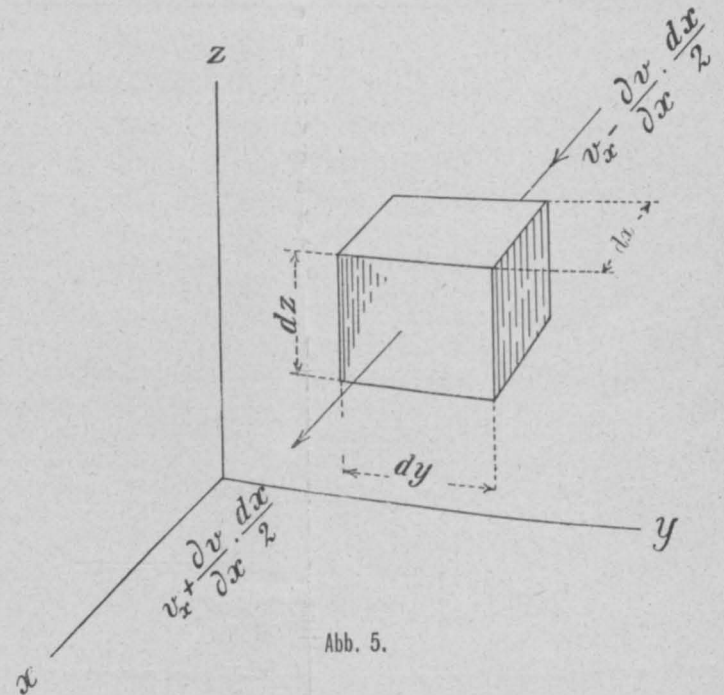


Abb. 5.

In die zur x -Achse senkrechte, an der Stelle $x - \frac{dx}{2}$ gelegene Seitenfläche des Teilchens tritt das Wasser mit einer Filtergeschwindigkeit

$$v_x - \frac{\partial v_x}{\partial x} \frac{dx}{2} = k \left(\frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \cdot \frac{dx}{2} \right)$$

ein, während es an der gegenüberliegenden Seitenfläche mit einer Filtergeschwindigkeit

$$v_x + \frac{\partial v_x}{\partial x} \frac{dx}{2} = k \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \cdot \frac{dx}{2} \right)$$

austritt. Da beide Seitenflächen Rechtecke von den Seitenlängen dy und dz vorstellen, wird, wie die Subtraktion zeigt, der (positive oder negative) Überschuß des Austrittes über den Eintritt durch

$$\left[\frac{\partial v_x}{\partial x} dx \right] dy dz = k \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} dx dy dz$$

ausgedrückt. Ähnlich bestimmt sich der Überschuß des Austrittes über den Eintritt für die beiden anderen Seitenflächenpaare zu

$$k \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} dx dy dz \text{ und } k \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} dx dy dz.$$

Da nun der Wassergehalt des abgegrenzten Bodenteilchens weder wachsen noch abnehmen kann, muß die Überschußsumme oder

$$k \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right) dx dy dz = 0 \text{ sein.}$$

Jede Grundwasserbewegung geht also so vor sich, daß stets

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \quad \dots \quad 5)$$

bleibt.

Diese Differentialgleichung gilt allgemein für Bewegungen mit einem Geschwindigkeitspotential, wenn $k \cdot h$ bei konstantem k das „Geschwindigkeitspotential“ bedeutet, das heißt, wenn, wie im vorliegenden Falle, h eine (beliebige) Funktion von x, y und z ist und $k \frac{\partial h}{\partial x}, k \frac{\partial h}{\partial y}, k \frac{\partial h}{\partial z}$ die Geschwindig-

keiten in den Richtungen der Koordinatenachsen sind. Diese Bewegungen sind vielfach erforscht, und die Ergebnisse der Forschungen lassen sich ohneweiteres auf Grundwasserbewegungen übertragen. Nach meiner Anschauung stellt sogar die Grundwasserbewegung das klarste Beispiel einer räumlichen Bewegung mit Geschwindigkeitspotential vor.

Zulauf in dichtwandige Brunnen mit flacher Sohle.

Zunächst werde wieder angenommen, daß eine undurchlässige Schichte von wagrechter Unterfläche vorhanden sei, daß der Brunnen genau bis zum durchlässigen Boden hinabreiche, und daß letzterer sich ringsherum und abwärts mit gleichmäßiger Beschaffenheit weithin erstrecke. Wieder bildet die Sohle, die jetzt aber flach statt halbkugelig ist, eine Schichte von gleichem h (gleichem Geschwindigkeitspotential) und erfolgt die Zuströmung aus dem Unendlichen. Die übrigen Schichten gleichen Geschwindigkeitspotentials bilden dann nach den Lehren der Potentialtheorie konfokale Ellipsoide, deren Brennpunkte F sich auf dem Sohlen-

so strömt durch deren Flächeneinheit in der Zeiteinheit die Menge

$$q : z \pi R^2$$

durch. Nach 6) schließen die Asymptoten der Hyperbel einen Winkel $a:r$ mit der Brunnenachse ein. Der Asymptotenkegel der Begrenzungshyperbeln des inneren Strahles schneidet die Halbkugel daher in einem Kreis vom Halbmesser $aR:r$. Ist nun R sehr groß, so kann in der Entfernung R vom Ursprunge der Asymptotenkegel als mit dem Strahl zusammenfallend und $aR:r$ als der Halbmesser des Strahlquerschnittes daselbst betrachtet werden. Da ferner bei großem R durch gleich große Flächenteile der Halbkugel offenbar gleiche Mengen gegen den Brunnen hin fließen, so gilt für den Durchfluß Δq des inneren Strahles

$$\Delta q : q = \pi \frac{a^2 R^2}{r^2} : 2 \pi R^2$$

oder

$$\Delta q = \frac{q}{2} \cdot \frac{a^2}{r^2} \dots \dots \dots 8)$$

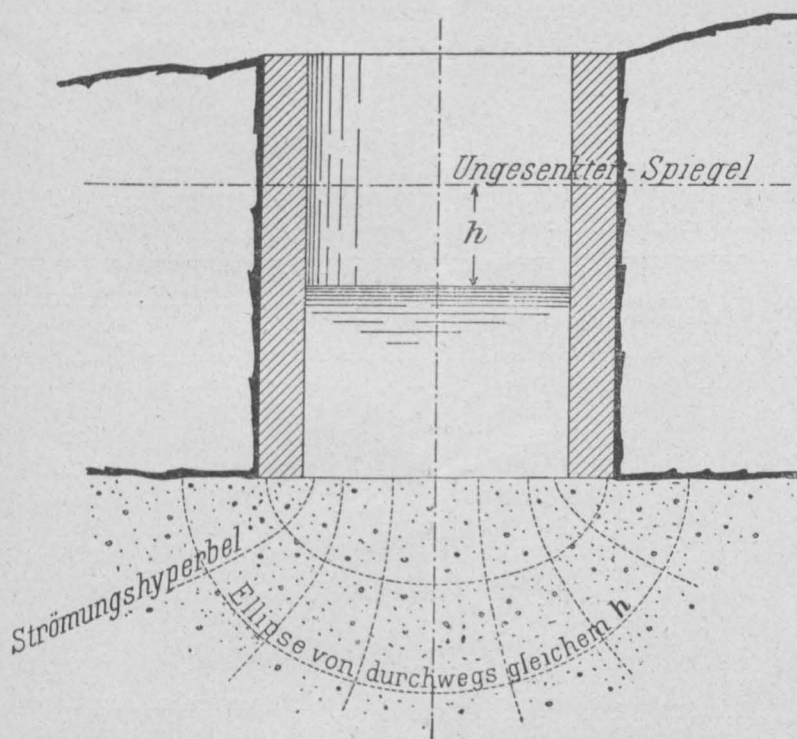


Abb. 6.

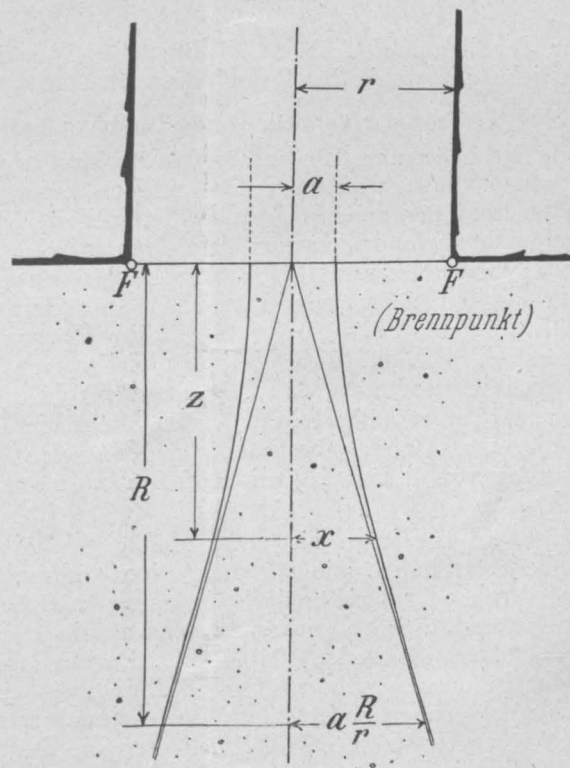


Abb. 7.

umriß befinden. Ist der Sohlenumriß, wie angenommen werde, ein Kreis (vom Halbmesser r), so werden die Ellipsoide zu Rotationsellipsoiden. Das Wasser fließt senkrecht zu ihnen in Hyperbeln, welche die gleichen Brennpunkte wie die Meridianellipsen haben (vgl. Abb. 6). Um die Spiegelsenkung h im Brunnen zu berechnen, werde der Zufluß in der Achse, also der innerste Strahl betrachtet. Seine Umgrenzung ist, wenn der Koordinatenursprung in die Sohlenmitte gelegt wird (vgl. Abb. 7), eine Hyperbel von der Gleichung:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^2}{r^2 - a^2} = 1,$$

wobei a die halbe Strahldicke bedeutet, oder, weil a sehr klein ist, genügend genau

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^2}{r^2} = 1 \dots \dots \dots 6).$$

Nach 6) hat der Strahl in der Tiefe z den Querschnitt

$$\pi x^2 = \pi a^2 \frac{r^2 + z^2}{r^2} \dots \dots \dots 7).$$

Die Entnahme aus dem Brunnen möge q betragen. Wird nun eine Halbkugel mit dem Radius R betrachtet,

Die Filtergeschwindigkeit an einer beliebigen Strahlstelle ist daher nach 7) und 8)

$$v_z = \frac{\Delta q}{\pi x^2} = \frac{q}{2 \pi (r^2 + z^2)}.$$

Auf einem Strahlstück von der Höhe dz ist also der Druckhöhenverlust

$$dh = \frac{v_z}{k} = \frac{q}{2 \pi k} \cdot \frac{dz}{r^2 + z^2} \dots \dots \dots 9).$$

Integriert man 9) von Null bis Unendlich, so erhält man die gesamte Spiegelsenkung, welche bei einer Entnahme q der Brunnenbetrieb im Schacht hervorruft,

$$h = \frac{q}{2 \pi k r} \left(\arctang \frac{z}{r} \right)_0^\infty$$

oder

$$h = \frac{q}{4 k r} \dots \dots \dots 10).$$

Ähnlich wie oben läßt sich schließen, daß 10) auch noch näherungsweise gilt, wenn keine aufgelagerte, undurchlässige Schichte den wasserführenden Boden begrenzt, falls

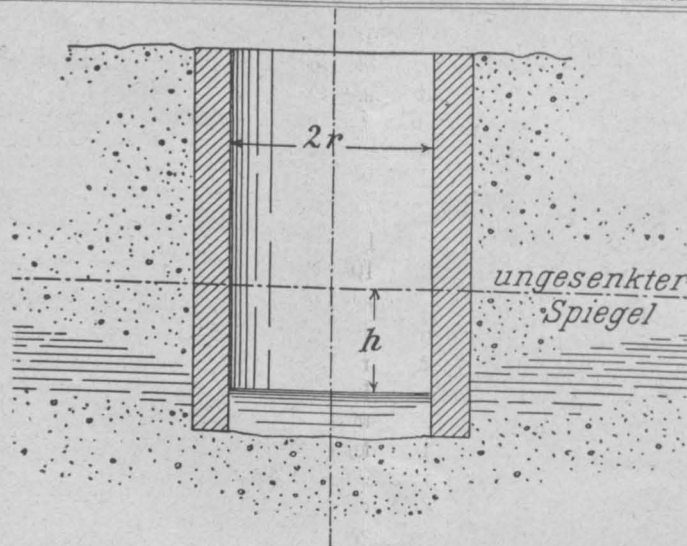


Abb. 8.

nur der Brunnen (Abb. 8) dichtwandig ist und er beim Betriebe nur wenig ins Grundwasser taucht.

Prüfung der Formeln 4) und 10) durch Versuche.

Nach 4) und 10) wachsen die Ergiebigkeiten von Brunnen, die nur an der Sohle beziehen, einerseits wie die Spiegelsenkung, andererseits wie deren Weite oder Umfang und nicht, wie man anzunehmen geneigt sein dürfte, wie deren Grundfläche. Die Proportionalität von Umfang und Ergiebigkeit steht mit Versuchen im kleinen in Einklang, welche Thévenet*) vor mehr als zwanzig Jahren vornahm, ohne daß diese Versuche bisher eine theoretische Begründung gefunden hätten.**). Eine Formel hat Thévenet übrigens nicht aufgestellt und auch nicht die Durchlässigkeit seines Sandes bestimmt, so daß eine ziffermäßige Prüfung von 4) und 10) mit Hilfe Thévenets nicht möglich wäre.

Dagegen kann sie auf Grund einer Reihe von Versuchen stattfinden, die ich vor einigen Jahren mit Röhren aus Blech oder Drahtgeflecht in einem mit Sand gefüllten Trog anstellte.***). Dieser Sand hatte die Durchlässigkeit $k = 0.025 \text{ cm/Sek.}$ oder 0.015 m/Min. Da die einzelnen Versuche in ihren Ergebnissen stark abweichen, mußte für die Schlußfolgerungen†) stets das Mittel aus mehreren Versuchen herangezogen werden. Wichtig für die Beurteilung des Geltungsbereiches von 4) und 10) ist, daß sich damals die Wassertiefe im Brunnen, also der Höhenunterschied zwischen dem gesenkten Spiegel und der Brunnenschneide nur von geringer Bedeutung zeigte. Auch hatte es sich herausgestellt, daß es auf den Abstand zwischen der Brunnenschneide und der Trogsohle, welche das undurchlässige Bett des Grundwasserstromes vorstellte, nicht sehr ankam, sobald dieser Abstand nur wenigstens anderthalbmal so groß wie der Brunnendurchmesser war. Inwieweit nun die entwickelten Formeln mit den Ergebnissen der Blechröhrversuche††) in Einklang stehen, geht aus nachstehender Zusammenstellung hervor, in welcher mit Rücksicht auf eine Eintiefung der Brunnensohlen für q neben die gemessenen Werte das Mittel der nach 4) und 10) berechneten, also

*) „Annales des ponts et chaussées“ 1884. I. Sem., Seite 200 u. f.

**) Es wurde vielmehr die Richtigkeit seiner Arbeit bezweifelt, namentlich weil er auch gefunden hatte, daß die Ergiebigkeit seiner Brunnen zunahm, wenn er deren Sohle durch eine Scheibe teilweise bedeckte und nur einen Randspalt freiließ. (Siehe Fossa-Mancini, ebenda 1890, I. Sem., Seite 827.)

*** „Zeitschr. d. Österr. Ing.- u. Arch.-Ver.“ 1898, 50. Jahrg., Seite 645 u. f.

†) Es handelte sich damals um die Ableitung einer empirischen Formel.

††) Ebenda, Seite 648.

$$q = (2 + \pi) k r h \dots\dots\dots 11)$$

eingetragen erscheint.

Zahl der Versuche	Brunnen- durchmesser $2r$	Höhe des Spiegels über dem Trogboden		Spiegelsenkung h	Höhe der Schneide über dem Trogboden		Ergiebigkeit q	
		vor	nach				gemessen	berechnet nach 11)
		Beginn des Brunnensbetriebes						
	cm	cm	cm	cm	cm	cm ³ /Sek.	cm ³ /Sek.	
4	5	25.4	22.5	2.1	6.4 bis 20.8	0.99	0.93	
3	5	30.4	26.0	4.4	11.0 „ 11.3	1.38	1.41	
3	5	27.1	21.5	5.6	8.9 „ 17.6	2.23	1.80	
18	5	40.2	35.0	5.2	6.5 „ 35.1	2.50	1.67	
5	5	25.4	19.2	6.2	6.4 „ 14.2	2.22	1.99	
6	5	35.4	22.8	12.6	9.0 „ 19.0	4.83	4.05	
10	5	39.4	24.8	14.6	6.5 „ 18.4	4.04	4.69	
3	7.5	30.3	26.0	4.3	11.4 „ 13.0	2.35	2.07	
6	7.5	39.8	24.7	15.1	10.5 „ 23.8	7.22	7.27	
9	10	40.2	39.3	0.9	16.5 „ 31.5	0.86	0.58	
6	10	25.1	22.5	2.6	16.5 „ 21.5	2.50	1.67	
15	10	40.2	35.0	5.2	16.1 „ 32.4	4.39	3.34	

Auch jene Versuche mit Röhren aus Drahtgeflecht, bei denen die Röhren nur wenig ins Wasser tauchten, können zur Erprobung herangezogen werden. Sie geben folgende Zahlen:

Brunnen- durchmesser	Wassertiefe im Brunnen	Spiegel- senkung h	Ergiebigkeit q	
			gemessen	berechnet nach 4)
cm	cm	cm	cm ³ /Sek.	cm ³ /Sek.
5	1.0	4.7	2.18	1.85
5	2.1	4.4	2.63	1.73
5	3.0	4.3	2.35	1.69
5	3.5	4.7	2.71	1.85
10	1.5	2.5	1.83	1.96
10	1.6	15.2	16.67	11.93
10	2.2	16.7	15.38	13.10
10	2.4	2.5	1.99	1.96
10	3.9	2.5	2.32	1.96

Aus den beiden Zusammenstellungen geht hervor, daß die Versuche von der Rechnung größtenteils in dem Sinne abweichen, daß sie größere Wassermengen ergeben. Die Ursache hievon ist, daß der Sand in der Brunnennähe sehr leicht ausgewaschen wird und schon eine geringe Verminderung des Tongehaltes die Durchlässigkeit bedeutend erhöht. Übrigens sind auch im großen bei den üblichen Pumpversuchen für städtische Wasserversorgungen solche Auswaschungen fast immer zu erwarten, abgesehen davon, daß man sie zur Vergrößerung der Ergiebigkeit, also gewissermaßen zur Ausweitung des Brunnenkessels und zur Sicherung gegen späteres Trüblaufen vielfach absichtlich veranlaßt.*). Daß solche Auswaschungen stattfinden, ist auch schon bei Einführung des üblichen Verfahrens hydrologischer Untersuchung von A. Thiem**), dem Schöpfer desselben, beobachtet worden.

Hienach bestätigen die Versuche die Formeln 4) und 10), deren Gültigkeit für konstante

*) Als eines der auffallendsten Beispiele solcher Erhöhung der Durchlässigkeit, das wohl nur durch Auswaschung erklärbar ist, kann ich hier erwähnen, daß bei den Vorarbeiten für die Stadt Marburg an der Drau gleich nach dem ersten Tage des Probepumpens von ständig 51 l/Sek. in einem vom Versuchsbrunnen 60 m entfernten Probeschacht das Wasser um 60 cm, später um 50 cm und schließlich immer noch um 15 cm stieg und dann so hoch verblieb.

**) „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“, 1876, S. 708 u. f.

Durchlässigkeit k , seichten Brunnenwasserstand, geringe Spiegelsenkung, allseitig ausgedehnten, gleichmäßig gebliebenen Boden auch kaum bezweifelbar ist. Freilich nimmt im Schotter k zu, wenn die Geschwindigkeit abnimmt, so daß für solche Bodengattungen neue Ausdrücke abgeleitet werden müßten. Das würde — wenigstens bei halbkugelförmiger Sohle — keinerlei Schwierigkeiten bieten, umso mehr soll es hier mit dem Hinweise unterbleiben, daß es auch bei den gewöhnlichen Vorarbeiten ganz üblich ist, k als konstant voranzusetzen.

Bestimmung der Durchlässigkeit aus der Spiegelsenkung im Brunnen selbst.

Das übliche Verfahren zur Bestimmung der Durchlässigkeit besteht darin, daß man durch Schöpfen aus einem Probebrunnen das Wasser in Bewegung setzt und die Spiegelhöhe an Standröhren ermittelt. Kennt man außerdem das Bett des Grundwassers und hiemit den lotrechten Querschnitt des durchströmten Bodens, so kann man dessen Durchlässigkeit berechnen. Bei Anwendung der Gleichungen 4) oder 10), bzw. 11) ist es bei tiefreichendem Grundwasser nicht nötig, dessen Ausdehnung nach unten zu kennen. Bei Verhütung einer Auswaschung, was allerdings seine Schwierigkeit hat, also am besten bei geringer Spiegelsenkung, ist nach den genannten Gleichungen die Durchlässigkeit k aus r , h und q sogar ohne jede Standröhre durch Beobachtung am Brunnen selbst berechenbar. Andernfalls kann man Formel 4) auf die Spiegelsenkungen anwenden, die in mäßigen Entfernungen vom Brunnen auftreten. Nennt man diese Senkungen jetzt z , so gilt nach 4)

$$k = \frac{q}{2\pi Rz} \quad \dots \dots \dots 12),$$

wobei die R nicht wagrecht, sondern in wahrer Größe zu messen sind (s. Abb. 9).

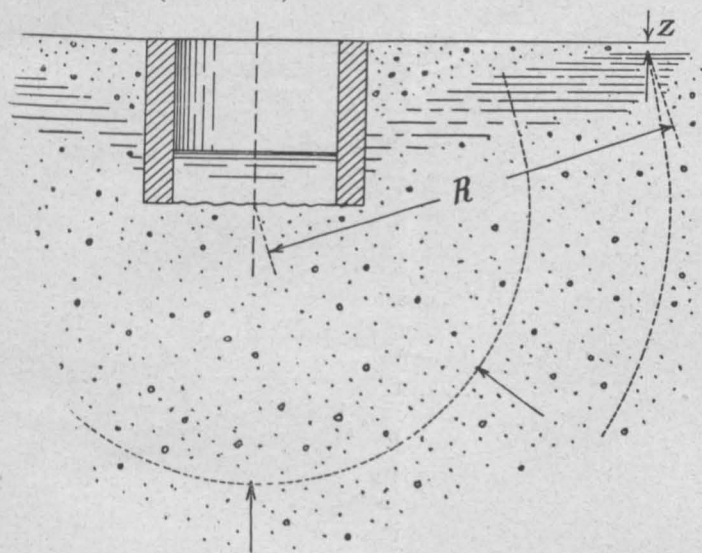


Abb. 9.

Hier soll, weil sie vollständig veröffentlichte und daher allgemein zugängliche Daten bieten, auf die schon erwähnten Beobachtungen Thiems bei Straßburg als Beispiel hingewiesen werden. Während des Absenkens des dortigen Brunnens von 3,53 m weiter Schneide zeigte sich bei 54, bzw. 117 l/Sek. Entnahme*) eine Spiegelsenkung $h = 1,4$, bzw. 2,6 m, so daß Formel 11) die Durchlässigkeit

$$k = \frac{0,054}{5,14 \cdot 1,765 \cdot 1,4}, \text{ bzw. } = \frac{0,117}{5,14 \cdot 1,765 \cdot 2,6}$$

oder $k = 0,00425$, bzw. $0,00496$ m/Sek. ergibt.

*) „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“ 1876, Seite 708 und 712.

Die Steigerung der Durchlässigkeit mit der Entnahme rührt offenbar von einer Sohlenlockerung her. Diese nahm derart zu, daß sich Spalten an der Oberfläche bildeten und sogar eine Deformation des Schachtes eintrat.**) Demgemäß geben die späteren Versuche noch viel größere Werte von k in der Sohlennähe, nämlich**) für

$$\begin{aligned} h &= 2 \quad 1,5 \quad 1,3 \quad 1,2 \quad 0,8 \quad 0,8 \quad 0,43 \text{ m,} \\ q &= 0,122 \quad 0,105 \quad 0,112 \quad 0,112 \quad 0,082 \quad 0,109 \quad 0,055 \text{ m}^3/\text{Sek.,} \\ k &= 0,0067 \quad 0,0077 \quad 0,0095 \quad 0,0103 \quad 0,0113 \quad 0,0150 \quad 0,0141 \text{ m/Sek.} \end{aligned}$$

Weniger oder nicht verändert mußte k in einigem Abstände vom Brunnen bleiben; dementsprechend lieferte eine nach Westen quer zur Strömung geschlagene Bohrröhrenreihe nachstehende Zahlen, bei deren Zusammenstellung mit x die wagrechten Abstände der Bohrröhren von der Achse und mit p die Tiefe der Brunnenschneide unter dem ungesenkten Spiegel bezeichnet werden möge, also der schräge Abstand R eines beliebigen, um z gesenkten Spiegelpunktes***) von der Sohlenmitte $\sqrt{x^2 + (p-z)^2}$ sei.

$$h = 0,43 \text{ m; } q = 0,056 \text{ m}^3/\text{Sek.; } p = 5,13 \text{ m.}$$

x	2,5	3,5	4,5	5,5	8,5	11,5	14,5
z	0,44	0,35	0,33	0,31	0,23	0,19	0,16
R	5,32	5,93	6,58	7,31	9,81	12,52	15,33
Rz	2,34	2,08	2,17	2,27	2,26	2,38	2,45

$$h = 0,80 \text{ m; } q = 0,082 \text{ m}^3/\text{Sek.; } p = 5,08 \text{ m.}$$

x	2,5	3,5	4,5	5,5	8,5	11,5	14,5
z	0,81	0,62	0,60	0,57	0,42	0,35	0,31
R	4,94	5,67	6,35	7,11	9,69	12,43	15,26
Rz	4,00	3,52	3,81	4,05	4,07	4,35	4,73

$$h = 2 \text{ m; } q = 0,125 \text{ m}^3/\text{Sek.; } p = 5 \text{ m.}$$

x	2,5	3,5	4,5	5,5	8,5	11,5	14,5
z	1,89	1,37	1,26	1,18	0,71	0,56	0,46
R	3,99	5,04	5,85	6,70	9,52	12,33	15,19
Rz	7,54	6,90	7,37	7,91	6,76	6,90	6,99

Beachtet man nun weder das erste Bohrloch, weil zu nahe am Brunnen, noch die von 14,5 m und mehr Abstand (das äußerste Rohr der Reihe stand in 84,5 m Entfernung), weil bei ihnen die Strömungslinien vermutlich schon zu sehr von jenen abwichen, die sich bei unbegrenzter Tiefe des Grundwassers gebildet hätten, so gelangt man auf Grund vorstehender Zusammenstellungen auf folgende Durchlässigkeiten:

Entnahme q	m ³ /Sek.	0,056	0,082	0,125
Senkung h	m	0,43	0,80	2,00
Mittel der Rz	m ²	2,23	3,96	7,17

$$\text{Durchlässigkeit } k = q : 2\pi Rz \text{ m}^3/\text{Sek. } 0,00400 \quad 0,00329 \quad 0,00277$$

Hienach würde k im dortigen Schotter, so lange keine Auswaschung stattfindet, mit wachsender Geschwindigkeit abnehmen, was durchaus wahrscheinlich ist;†) auch schließen sich die Werte von k gut an die Angaben Thiems an, der nur die Ablesungen an den entfernten Bohrlöchern, wo die Geschwindigkeiten sehr gering waren, benutzen konnte, $k = 0,00353$ bis $0,00594$ fand und im Mittel zu $0,00498$ bewertete. Hart an der Sohle war oben $0,00425$ und $0,00496$ gefunden worden, welche Werte, wie erwähnt, mit einer Sohlenlockerung in Verbindung stehen. Die verschiedenen Daten stehen also in Einklang, und die Straß-

*) Ebenda S. 708.

**) Ebenda S. 714.

***) Die Senkungen z sind einer Veröffentlichung von O. Smreker, „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“ 1881, S. 487, 490 und 486, entnommen.

†) Forchheimer: Wasserbewegung durch Boden, „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“ 1901, Bd. 45, S. 1740, 1781 u. f.

burger Versuche bestätigen die Verwendbarkeit des entwickelten Verfahrens.

Die Gleichungen 4), 10) und 11) können besonderen Nutzen bieten, wenn bereits eine Anlage vorhanden ist, weil man dann sofort Schlüsse ziehen kann, ohne daß erst Zeit und Mittel für Bohrungen aufgewendet werden. Als Beispiele mögen Daten dienen, die an zwei dichtwandigen Brunnen der Brauerei im Steinfeld bei Graz sowie an sechs dichtwandigen Brunnen der Papierfabrik in St. Stephan am Gratkorn erhoben wurden. Letztere Brunnen sind zu verschiedener Zeit in eine Flußschleife auf der linken Seite der Mur in unregelmäßiger Verteilung innerhalb eines quer zur Talrichtung gelegenen Streifens von 800 m Länge niedergebracht worden. Die undurchlässige Schichte liegt im Steinfeld 7 bis 8 m. unter den Schneiden, in St. Stephan in unbekannter Tiefe.

Ort	Durchmesser an der Sohle $2r$	Entnahme q	Spiegelsenkung h	Durchlässigkeit nach Gleichung 11) $k = 0.389 \frac{q}{2rh}$
Steinfeld:	m.	m ³ /Minute	m	m/Minute
Sudhausbrunnen	2.84	0.333	1.13	0.040
Eismaschinenbrunnen	7.0	1.333	3.05	0.024
St. Stephan am Gratkorn: *)				
Brunnen II	4.25	3	1.81	0.15
" III	4.43	0.5	0.26	0.17
" VII	5.0	5.5	2.03	0.21
" VIII	6.0	6	1.63	0.24
" IX	6.2	2.75	1.92	0.090
" X	5.6	6.0	6.18	0.067

*) Die Durchlässigkeit dürfte in größerer Entfernung von der Sohle etwas kleiner sein.

Als $2r$ wurde hier bei den mit Wasserhaltung gemauerten Brunnen II, III und VII die Lichtweite, bei dem mittels Pfählen (einer sogenannten „Kupfen“) vertieften Sudhausbrunnen sowie bei den übrigen Brunnen, welche alle gesenkt wurden, die Schneidenweite eingesetzt.

Bestätigt werden die ermittelten Daten für k , soweit sich dies erwarten läßt, durch die Ergebnisse einer zweiten, nunmehr zur Besprechung gelangenden Methode.

Bestimmung der Durchlässigkeit aus dem Steigen des Brunnenspiegels bei Pumpenstillstand. Übereinstimmung der Ergebnisse dieser und der vorigen Methode.

Wenn Wasser mit nahezu wagrechten Stromfäden in einen Brunnen fließt, aus dem gepumpt wird, und bereits ein Dauerzustand eingetreten ist, so läuft in den dünnen lotrechten Zylinder, der von zwei Höhenkurven des Senkungstrichters bis zur undurchlässigen Schichte hinabreicht, so viel Wasser ein wie aus ihm heraus. Wenn nun die Pumpen stillgestellt werden, so erfährt der Spiegel und sein Gefälle in einiger Entfernung zunächst keine Änderung, denn es fließt immer noch so viel Wasser in den Zylinder hinein wie aus ihm heraus. Es sammelt sich also alles unvermindert zufließende Wasser unmittelbar beim Brunnen, wo es eine Art Teich mit wagrechtem Spiegel bildet. Der in einer bestimmten Zeit überschwemmte Teil des ursprünglichen Senkungstrichters nimmt also in seinen Hohlräumen ebenso viel Wasser auf, wie früher in derselben Zeit gepumpt wurde. Wenn freilich das Wasser nicht nahezu wagrecht strömt, es also beispielsweise genötigt ist, in einen Schacht durch die Sohle einzutreten, übt das Steigen des Brunnenspiegels offenbar eine Wirkung auf die Stromfäden in der Brunnennähe aus, und wäre die Annahme, daß um den Brunnen ein Teich mit wagrechtem Spiegel entsteht, nicht ohneweiteres zulässig. Die nachfolgenden

Beispiele zeigen jedoch, daß auch jetzt die Rechnung unter Annahme des Teiches durchgeführt werden darf. Die Rechnungen auf Grund der oben abgeleiteten Formeln und auf Grund der Annahme der Füllung der Senkungstrichter mit allmählich steigendem, wagrechtem Spiegel führen nämlich auf übereinstimmende Zahlen, womit ein Beleg für die Anwendbarkeit beider Verfahren gegeben ist. Die algebraische Überlegung gestaltet sich nun, wie folgt:

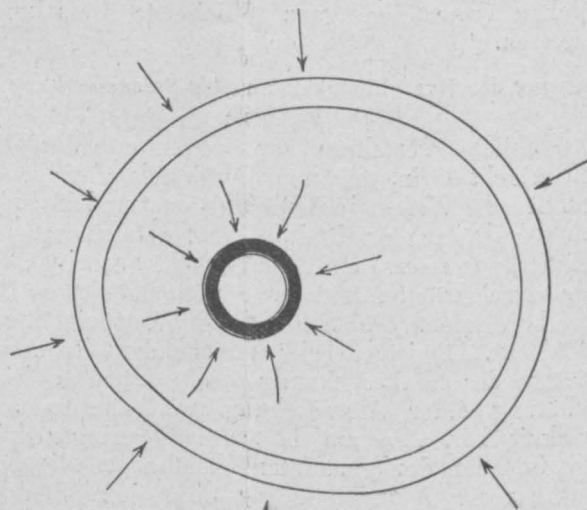


Abb. 10.

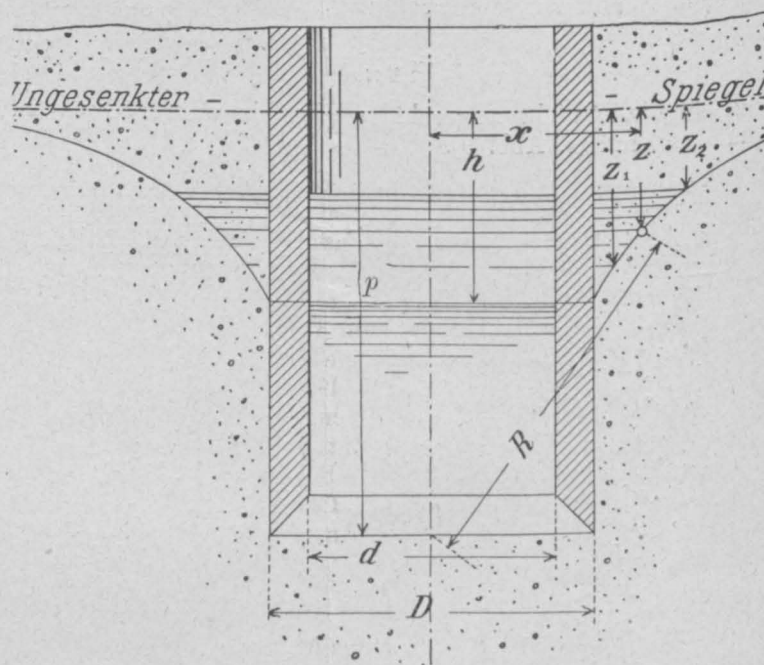


Abb. 11.

Der Umriss des Trichters hat nach 12) angenähert die Gleichung

$$R = \frac{q}{2\pi k} \cdot \frac{1}{z}$$

oder, wenn wieder x den Achsenabstand und p die Tiefe der Brunnenschneide unter dem umgesenkten Spiegel bezeichnet (vgl. Abb. 10):

$$x^2 + (p - z)^2 = \frac{q^2}{4\pi^2 k^2} \cdot \frac{1}{z^2}$$

Der Trichter kann also in Scheiben vom Inhalte

$$\pi x^2 dz = \frac{q^2}{4\pi k^2} \cdot \frac{dz}{z^2} - \pi (p - z)^2 dz \quad \dots 13)$$

zerlegt werden. Steigt der Spiegel im Schachte von der Tiefe z_1 zur Tiefe z_2 empor, so wird vom Trichter ein-

schließlich Schachttrom vom Durchmesser D gemäß 13) der Teil

$$\int_{z_2}^{z_1} \pi x^2 dz = \frac{q}{4\pi k^2} \left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1} \right) - \frac{\pi}{3} [(p - z_2)^3 - (p - z_1)^3]$$

oder vom Trichter allein der Teil

$$\frac{q^2}{4\pi k^2} \left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1} \right) - \frac{\pi}{3} [(p - z_2)^3 - (p - z_1)^3] - \frac{\pi D^2}{4} (z_1 - z_2)$$

unter Wasser gesetzt. Besitzt der Boden ein Porenverhältnis μ , so nimmt der Trichter den Bruchteil μ dieser Menge auf, während gleichzeitig das Schachttinnere von der Weite d sich mit der Wassermenge

$$\frac{\pi d^2}{4} (z_1 - z_2)$$

füllt. Herrschen die Tiefen z_1 und z_2 im Zeitpunkte t_1 , bzw. t_2 , so gilt also

$$q(t_1 - t_2) = \frac{\mu q^2}{4\pi k^2} \left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1} \right) - \frac{\mu \pi}{3} [(p - z_2)^3 - (p - z_1)^3] + \frac{\pi}{4} (d^2 - \mu D^2) (z_1 - z_2)$$

oder für die Durchlässigkeit k die Bestimmungsgleichung

$$k^2 = 0.08 \mu q^2 \left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1} \right) : \left\{ q(t_1 - t_2) - \frac{\pi d^2 - \mu \pi D^2}{4} (z_1 - z_2) + \frac{\mu \pi}{3} [(p - z_2)^3 - (p - z_1)^3] \right\} \quad 15).$$

Beobachtet wurde das Steigen des Spiegels bei Pumpenstillstand in den beiden Brunnen im Steinfeld und in den Brunnen IX und X in St. Stephan; μ habe ich zu 0.3 geschätzt. Von den berechneten Werten von k sind die des kurzen Zeitintervalles, welcher der Betriebseinstellung unmittelbar folgt, und die letzten, die sich auf kaum mehr gesenkten Spiegel beziehen, zum Teil nicht brauchbar; sie sind in nachstehender Zusammenstellung eingeklammert. Wie bisher bedeutet ferner: d den Innen- und D den Außendurchmesser in m , p die Tiefe der Schneide unter dem ungesenkten Spiegel in m , q die Entnahme vor dem Stillstand in m^3/Minute , t die Zeit seit Abstellung der Pumpen in Minuten, z die veränderliche Tiefe des Brunnenspiegels unter dem ungesenkten Spiegel in m , k die Durchlässigkeit in m/Minute .

Sudhausbrunnen: $d = 2.84$, $D = 3.2$, $p = 1.45$, $q = 0.333$,

$t = 0 \quad 60 \quad 120 \quad 180$,

$z = 1.15 \quad 0.07 \quad 0.04 \quad 0.02$,

daher $k = 0.039 \quad 0.037 \quad (0.057)$, im Mittel $= 0.038$.

Eismaschinenbrunnen: $d = 5.2$, $D = 7.0$, $p = 3.82$, $q = 1.333$,

$t = 0 \quad 5 \quad 15 \quad 60 \quad 120$,

$z = 3.05 \quad 2.68 \quad 1.86 \quad 0.64 \quad 0.16$,

daher $k = 0.025 \quad 0.031 \quad 0.028 \quad (0.044)$, im Mittel $= 0.028$.

Brunnen IX in St. Stephan: $d = 4.5$, $D = 6.2$, $p = 9.8$, $q = 2.75$,

$t = 0 \quad 5 \quad 15 \quad 30 \quad 60 \quad 120 \quad 240$,

$z = 1.92 \quad 1.22 \quad 0.62 \quad 0.34 \quad 0.22 \quad 0.16 \quad 0.09$,

daher $k = (0.032) \quad 0.046 \quad 0.062 \quad 0.056 \quad (0.043) \quad (0.016)$,
im Mittel $= 0.055$.

Brunnen X in St. Stephan: $d = 4.4$, $D = 5.6$, $p = 8.68$, $q = 6$,

$t = 0 \quad 5 \quad 15 \quad 30 \quad 60 \quad 120 \quad 240$,

$z = 6.18 \quad 4.41 \quad 3.42 \quad 1.28 \quad 0.68 \quad 0.43 \quad 0.20$,

daher $k = (0.040) \quad (0.028) \quad 0.052 \quad 0.053 \quad (0.045) \quad (0.056)$,
im Mittel $= 0.052$.

Es ergab also für die vier Brunnen die Berechnung:
aus der Senkung des Spiegels $k = 0.040 \quad 0.024 \quad 0.090 \quad 0.067$,
„ dem Ansteigen „ „ $k = 0.038 \quad 0.028 \quad 0.055 \quad 0.052$.

Bei den Brunnen im Steinfeld ist also die Übereinstimmung beider Methoden eine recht gute; bei den stark beanspruchten und daher an der Sohle ausgewaschenen Brunnen in St. Stephan gibt die erste Methode, wie zu erwarten, größere Werte. Die Beobachtungen bestätigen also die Anwendbarkeit beider Verfahren zur Bestimmung der Durchlässigkeit.

Wasserwältigung in Baugruben.

Bei den betrachteten Brunnen wuchs der Zudrang wie die Längen und nicht wie die Flächen. Es liegt die Annahme nahe, daß dem ein allgemeineres Gesetz zugrunde liege, und so ist es in der Tat. Denkt man sich eine kleinere Baugrube 1 und eine zweite ähnliche n -mal so große Baugrube 2 (wobei nur die Räume unterhalb des ungesenkten Grundwasserspiegels zu beachten sind) und ähnliche Wasserbewegung, so entsprechen einander ähnliche Gefälle und daher ähnliche Geschwindigkeiten. Die Eintrittsflächen von Grube 2 sind nun n^2 -mal so groß wie die von Grube 1; es dringt also n^2 -mal mehr Wasser in 2 als in 1 ein, wobei aber der Ähnlichkeit wegen auch die Spiegelsenkung in 2 das n -fache von jener in 1 beträgt. Wenn nun aber in der großen Baugrube nicht die n -fache, sondern die gleiche Spiegelsenkung h wie in der kleinen herrschen soll, so braucht man aus ihr nur ein n -tel von der eben betrachteten Menge zu schöpfen und sogar noch etwas weniger, wenn zudem die große Baugrube nicht n -mal so tief als die kleine, sondern nur ebenso tief ausgehoben worden ist. Hienach wächst bei Vergrößerung der Fläche einer Baugrube unter Beibehaltung derselben Form der Wasserzudrang nicht stärker als die Längen.

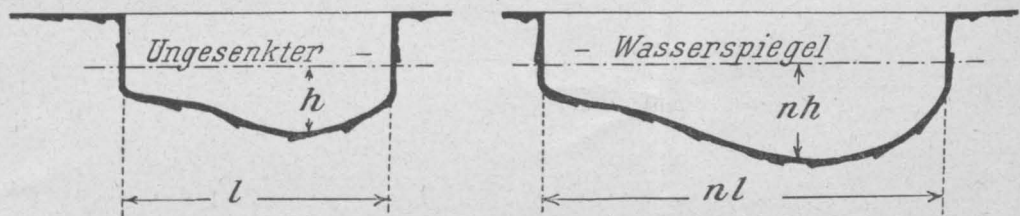


Abb. 12.

Bei dieser Betrachtung wurde angenommen, daß ein Dauerzustand eingetreten sei, daß man nämlich gerade so viel schöpfte, wie hinzuffießt. Geht man nun auf den Fall vollkommener Ähnlichkeit, also den einer Senkung nh in Baugrube 2 zurück, so nimmt, weil die Geschwindigkeiten entsprechender Punkte einander gleich werden, während die Längen im Verhältnis n zu einander stehen, der Wasserspiegel im Gelände 2 stets erst nach Ablauf einer vom Beginn des Pumpens an gemessenen Zeit nt die Gestalt an, die er im Gelände 1 schon nach Ablauf der Zeit t besaß. Zur Erreichung einer ähnlichen Form des gesenkten Spiegels ist also in 2 während der n -fachen Zeit fortdauernd n^2 -mal so viel Wasser, also insgesamt n^3 -mal so viel zu pumpen wie in 1. Bezeichnet man die bis zur Sumpfung der Baugrube 1 insgesamt gehobene Wassermasse mit Q und den Zeitaufwand mit T , so wird die (n -fach tiefere) Baugrube 2 erst nach der Zeit nT und der Wältigung einer Wassermenge $n^3 Q$ trocken liegen. Man kommt auf dasselbe Mengenverhältnis n^3 , wenn man die Inhalte der ähnlichen Räume miteinander vergleicht, die je zwischen dem gesenkten und dem ungesenkten Spiegel liegen. Wird nun in Grube 2 gleichmäßig während der Zeit nT gepumpt, so wird in der Zeit T durch die Pumpe $n^3 Q : n = n^2 Q$ gehoben; würde bei diesem Vorgange der Wasserspiegel in der Grube gleichmäßig sinken, so würde in der Zeit T der n -te Teil der Gesamtsenkung nh , mit anderen Worten die Senkung h erreicht werden. Man hätte also in 2 mit der n^2 -fachen Arbeit dieselbe Senkung wie in 1 erzielt (während nach Eintritt des Dauerzustandes nur mehr die n -fache Arbeit nötig bleibt). Nun sinkt aber bekanntlich bei der

Wasserwältigung der Spiegel erst schnell und dann immer langsamer; um ein n -tel der Gesamtsenkung nh zu erreichen, ist also nicht die Hebung von $n^3 Q: n = n^2 Q$, sondern viel weniger Hebearbeit nötig. Wenn also in vorgeschriebener Zeit T eine bestimmte Senkung erreicht werden muß, so wächst — vom störenden Einflusse örtlicher Umstände abgesehen — die Menge des zu schöpfenden Wassers in geringerem Maße als die Baugrubenfläche.

Der frühere Satz muß daher so erweitert werden: um

in ähnlichen Baugruben unter im übrigen gleichen Umständen die Spiegel in gleichen Zeiten gleich stark zu senken, ist die Hebung von Wassermengen erforderlich, deren Verhältnis zwischen dem der Längen und dem der Flächen der beiden Gruben liegt. Nach Eintritt des Dauerzustandes stehen die Wasserzuflüsse nur mehr im Verhältnis der Längen.

Untersuchung der Gasströmung in der Laval-Düse in dem Falle, als der Druck an der engsten Stelle höher als der kritische ist.

Von Ingenieur Adolf Langrod, Wien.

(Schluß zu Nr. 42.)

Es ist von Interesse, den Vergleich zwischen der Strömung der Gase und Dämpfe und jener tropfbarer Flüssigkeiten zu ziehen.

Für diese letzteren gelten folgende Gleichungen:

$$\frac{w^2}{2g} = v(p_i - p),$$

$$Fw = G.$$

Aus diesen ergibt sich

$$(p_i - p) F^2 = C \quad \dots \quad a),$$

wo

$$C = \frac{G^2}{2gv}.$$

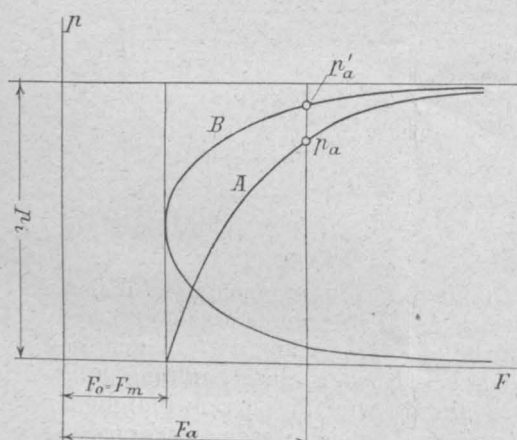


Abb. 7.

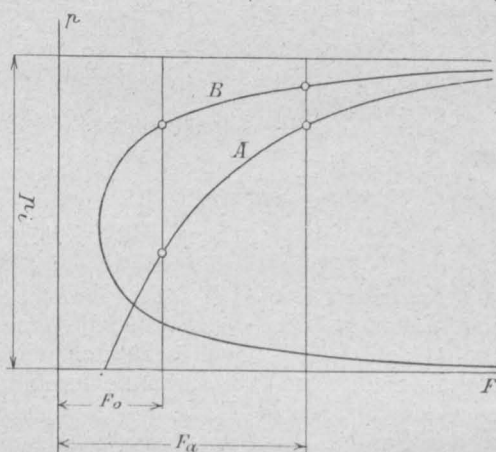


Abb. 8.

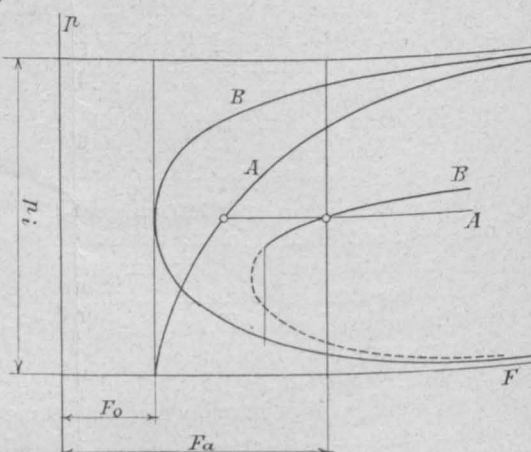


Abb. 9.

In Abb. 7 stellt die Kurve A die Beziehung zwischen dem Rohrquerschnitte F und dem in demselben herrschenden Drucke p für die Strömung tropfbarer Flüssigkeiten nach Gleichung a) und B die Adiabate eines Gases dar. Beide Kurven sind für denselben Anfangsdruck p_i und gleichen kritischen Querschnitt gezeichnet. Aus dieser Abbildung sehen wir, daß der kritische Druck für tropfbare Flüssigkeiten gleich 0 ist. Ist der kleinste Düsenquerschnitt gleichzeitig der kritische, so folgt der Expansion auf den kritischen Druck eine Kompression auf den Außendruck. Dem Endquerschnitte F_a müßten hier ganz bestimmte Außendrucke entsprechen, die in Abb. 7 mit p_a für tropfbare Flüssigkeiten und p_a' für Gase bezeichnet sind. Nur bei tropfbaren Flüssigkeiten können wir ein vollständiges Vakuum erreichen, während wir bei Gasen nicht unter den kritischen Druck gehen können.

Sind aber die Außendrucke höher als p_a , bzw. p_a' (Abb. 8), so gelten andere Strömungskurven, und der Druck an der engsten Stelle wird höher sein als der kritische.

Bei kleineren Außendrucken als p_a , bzw. p_a' findet bei Gasen ein Verdichtungsstoß statt (Abb. 9); hingegen

folgt bei tropfbaren Flüssigkeiten der Erreichung des Vakuums eine Drucksteigerung auf den Außendruck, und sodann hebt sich der Flüssigkeitsstrom von der Rohrwand ab.

Wir sind jetzt imstande, die Formel für den Gasausfluß aus der Laval-Düse aufzustellen und so die Gutermuthschen Versuche rechnerisch zu interpretieren. Wir haben oben gesehen, daß, solange der Druck an der engsten Stelle größer als der kritische ist, einer anfänglichen adiabatischen Expansion bis zu der engsten Stelle eine Kompression nach gleicher Adiabate (vorausgesetzt, daß Widerstände vernachlässigt werden können) folgen muß. Der Gasausfluß ist also ganz derselbe, als wäre die Einschnürung an der engsten Stelle nicht vorhanden. Derselbe bestimmt sich daher aus folgender Formel:

$$G = \frac{F_a w_a}{v_a}$$

und nach Einsetzung der Werte für w_a und v_a

$$G = F_a \sqrt{\frac{2kg}{k-1} \frac{p_i}{v_i} \left[\left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]},$$

oder wenn wir das Verhältnis des Endquerschnittes zum kleinsten $\frac{F_a}{F_0}$ mit n und den Ausflußkoeffizient mit α bezeichnen,

$$G = \alpha n F_0 \sqrt{\frac{2kg}{k-1} \frac{p_i}{v_i} \left[\left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad \dots \quad 9).$$

Für die trichterförmige, gut abgerundete Mündung (Abb. 1) ist $n = 1$.

Gutermuth hat beim Vergleiche der Versuchsergebnisse mit den Ergebnissen der Zeunerschen Theorie bei Mündungen mit und ohne der Laval'schen Erweiterung und von gleichem kleinsten Querschnitte F_0 die gleiche

Formel verwendet, nämlich die Gleichung 9), in welcher $n=1$ gesetzt war. Deshalb stimmte die Theorie mit den Versuchsergebnissen nur im ersten Falle überein, im zweiten aber nicht.

Die Gleichung 9) lehrt uns, daß in den Fällen, in welchen der Druck an der engsten Stelle der Laval-Düse größer als der kritische ist, der Gasausfluß bei ihr n -mal so groß ist als bei der einfachen Mündung ohne Erweiterung. Der maximale Gasausfluß wird bei der Laval-Düse dann erreicht, wenn an der engsten Stelle der kritische Druck herrscht, bei der einfachen Mündung hingegen, wenn der äußere Druck gleich dem kritischen ist. Und so erklärt sich die von Gutermuth beobachtete Erscheinung, daß der maximale Gasausfluß bei der Laval-Düse bei wesentlich kleinerem Überdrucke aufzutreten beginnt.

Das Druckverhältnis $\frac{p_a}{p_i}$ bei Eintritt des maximalen Gasausflusses ergibt sich für die freie Öffnung aus der Gleichung

$$\frac{p_a}{p_i} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}},$$

während für die Laval-Düse die Gleichung

$$n^2 = \frac{\left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{2}{k-1}} - \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}{\left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}}} \quad \dots \quad 10)$$

gilt.

Da der Querschnitt der freien Öffnung (Abb. 1) gleich dem kleinsten Querschnitte der Laval-Düse ist, und da für den maximalen Gasausfluß in beiden Querschnitten der gleiche kritische Druck herrscht, so ist der maximale Gasausfluß in beiden Fällen gleich, und zwar

$$G_m = \alpha F_0 \sqrt{\frac{2 g k}{k-1} \cdot \frac{p_i}{v_i} \left[\left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{2}{k-1}} - \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}} \right]} \quad 11).$$

Die Ursache, daß die Versuche den maximalen Gasausfluß für die Laval-Düse kleiner ergaben als für die freie Öffnung, glaube ich zum großen Teil auf die Folgeerscheinungen der Verdichtungsstöße zurückführen zu können.

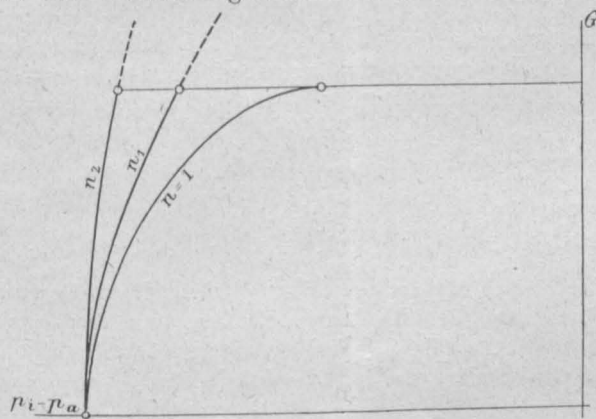


Abb. 10.

In Abb. 10 stellen die Ordinaten die Gasmengen und die Abszissen die Druckunterschiede zwischen dem Gefäßdrucke und dem Außendrucke dar. Die Ausflußkurven für Laval-Düsen erhalten wir aus jener für die freie Öffnung, indem wir die Ordinaten der letzteren mit dem Querschnittsverhältnissen n solange multiplizieren, bis die für alle Ausflußkurven gleiche, dem maximalen Gasausflusse entsprechende Ordinate erreicht wird.

Zeuner nimmt an, daß von dem Augenblicke an, in welchem der äußere Druck bereits vor der Mündungs-

ebene der Laval-Düse erreicht wird, eine Zustandsänderung bei konstantem Drucke stattfindet.

Schon Fliegner*) und insbesondere Stodola**) und Büchner***) haben bei ihren Versuchen ein ganz anderes Verhalten bei Dämpfen und Gasen gefunden. Sie fanden, daß die Expansion auf einen tieferen Druck als den äußeren sich vollzog, und daß ihr eine Kompression auf den äußeren Druck folgte.

Wie ich schon einmal erwähnte, hatte Stodola den Übergang von der Expansion auf die Kompression als durch einen Verdichtungsstoß vermittelt erklärt. Auch habe ich gezeigt, daß im Falle des Auftretens des Verdichtungsstoßes der Druck an der engsten Stelle gleich dem kritischen sein muß.

Stodola fand bei seinen Versuchen den Druck an der engsten Stelle größer als den kritischen bei folgenden Anfangsdrücken, bezw. äußeren Drücken:

$p_i = 10.45$	10.48	10.45	$10.40 \text{ kg/cm}^2,$
$p_a = 10.40$	10.36	10.30	$9.90 \quad "$
$\frac{p_i}{p_a} = 1.005$	1.011	1.0145	$1.050 \quad "$

Diesen Druckverhältnissen entspricht an der engsten Stelle einer Laval-Düse ein höherer Druck als der kritische nur dann, wenn die Verhältnisse der Endquerschnitte zu den kleinsten Querschnitten kleiner sind als folgende:

$$\frac{F_a}{F_0} = \text{zirka } 6.37 \quad 4.30 \quad 3.79 \quad 2.13.$$

(Diese Zahlen gelten für den trocken-gesättigten Dampf. Die von Stodola zur Trockenhaltung des Dampfes angewendete kleine Überhitzung ändert diese Werte nur unwesentlich.)

Bei der von Stodola untersuchten Düse war aber das Querschnittsverhältnis $\frac{F_a}{F_0} = 9.2$, bezw. 10.2 , und es

mußte daher bei allen von ihm untersuchten Fällen der Verdichtungsstoß auftreten. Der Druck an der engsten Stelle sollte demnach gleich dem kritischen sein, und zwar:

$$p_m = 6.06 \quad 6.08 \quad 6.06 \quad 6.03.$$

Stodola fand aber an dieser Stelle höhere Drücke, und zwar:

$$p_0 = 9.89 \quad 9.74 \quad 9.17 \quad 7.32.$$

Diese Nichtübereinstimmung der Theorie mit den Versuchen erklärt sich in folgender Weise.

Wie die Stodolas und Büchners Versuche darstellenden Druckkurven zeigen, bildet der Verdichtungsstoß in Wirklichkeit keine plötzliche Steigerung des Druckes. Der noch übrigens ziemlich unaufgeklärte Übergangsprozeß von der adiabatischen Expansion zur adiabatischen Kompression nimmt daher eine gewisse Rohrlänge in Anspruch. Da in allen von Stodola untersuchten Fällen in Betracht der sehr kleinen Druckdifferenzen ($p_i - p_a$) der Verdichtungsstoß sehr nahe der engsten Stelle stattfinden mußte, mußte auch daher der erwähnte Übergang schon vor der engsten Stelle seinen Anfang nehmen.

Die von Stodola verwendete Laval-Düse hatte wie gewöhnlich einen kurzen Hals, daher stand dem Expansionsprozeß bis auf den kritischen Druck nur eine sehr kleine Rohrlänge zur Verfügung. Infolgedessen entsprachen kleinen Rohrlängendifferenzen beträchtliche Druckdifferenzen. Aus diesem Grunde brauchte der oben genannte Übergangsprozeß nur ein wenig in den vor der engsten Stelle sich vorfindenden Düsenteil einzudringen, um den Druck an der engsten Stelle beträchtlich über den kritischen zu erheben. Aus obiger Erklärung folgt auch, daß kleine Lagenänderungen

*) A. Fliegner, „Schweiz. Bauzeitung“, Bd. XXXI.

**) Stodola, a. a. O.

***) Büchner, „Mitteilungen über Forschungsarbeiten“, Berlin, Heft 18.

des Anfangspunktes des auch so labilen Übergangsprozesses beträchtlichere Druckänderungen an der engsten Stelle verursachen.

So erklärt sich die von Stodola an der engsten Stelle beobachtete beharrliche Schwankung der Druckanzeige.

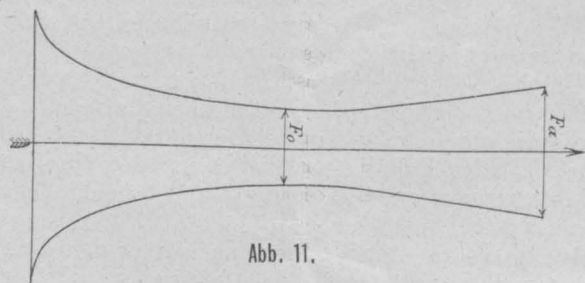


Abb. 11.

Auf Grund des Gesagten vermute ich, daß wir für ein Rohr nach Abb. 11, bei welchem der Expansion eine beträchtliche Rohrlänge zur Verfügung steht, mit der Theorie besser übereinstimmende Versuchsergebnisse erhalten würden. Auch glaube ich annehmen zu dürfen, daß bei diesem Rohre die Druckschwankungen, wenn nicht verschwinden, so jedenfalls kleiner ausfallen müssen.*)

Die Tatsache, daß der Gasausfluß aus der Laval-Düse sich mit dem Drucke an der engsten Stelle ändert, hat Stodola veranlaßt, die Laval-Düse als Gasmesser vorzuschlagen.

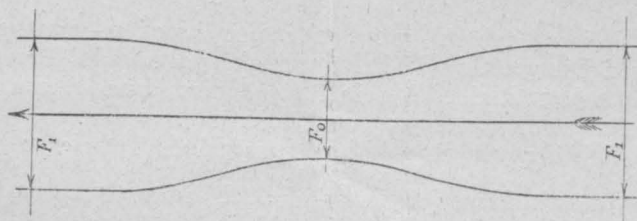


Abb. 12.

Ein rationell konstruierter Gasmesser würde aus einem an einer Stelle eingegengten zylindrischen Rohre bestehen (Abb. 12). Die zylindrischen Partien vor und nach der engsten Stelle sollen den gleichen Querschnitt F_1 besitzen. Der Querschnitt an der engsten Stelle sei F_0 . Die dem Querschnitte F_1 vor und nach der engsten Stelle entsprechenden Größen unterscheiden sich, in Anbetracht dessen, daß Verdichtungsstöße hier nicht auftreten können, nur um den durch Reibung bedingten Betrag und dürfen bei Vernachlässigung des letzteren gleichgesetzt werden.

Bezieht sich der Zeiger 1 auf den Querschnitt F_1 und der Zeiger 0 auf den Querschnitt F_0 , so gilt

$$w_0^2 - w_1^2 = \frac{2gk}{k-1} p_0 v_0 \left[\left(\frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right],$$

und da für die stationäre Strömung

$$G = \frac{w_1 F_1}{v_1} = \frac{w_0 F_0}{v_0} \text{ ist,}$$

so ergibt sich unter Berücksichtigung der adiabatischen Zustandsgleichung

$$G^2 = F_0^2 \frac{2gk}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \cdot \frac{\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}}}{1 - \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} \cdot \left(\frac{F_0}{F_1} \right)^2} \quad 12).$$

Diese Gleichung gibt die Beziehung zwischen dem am Gasmesser abzulesenden Drucke p_0 und der damit zu messenden Gasmenge G . Wie wir uns durch Differenzierung von G nach p_0 überzeugen können, ist die Empfindlichkeit des projektierten Gasmessers umso größer, d. h. die Änderung von G ist bei gleicher Änderung von p_0 umso kleiner, je kleiner $\frac{F_0}{F_1}$ ist. Ist $\frac{F_0}{F_1}$ so klein gewählt, daß die Größe

$$\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} \cdot \left(\frac{F_0}{F_1} \right)^2$$

im Nenner der Gleichung 12) vernachlässigt werden kann, so ergibt sich

$$G^2 = F_0^2 \frac{2gk}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \cdot \left[\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right] \quad 13).$$

Die dieser Abhandlung zugrunde gelegte Zustandsgleichung der adiabatischen Zustandsänderung

$$p v^k = \text{konstant}$$

gilt genau für vollkommene Gase, für welche

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

ist, und nur angenähert für Dämpfe.

Für den nassen Wasserdampf ist nach Zeuner

$$k = 1.035 + 0.1x,$$

wo x den spezifischen Dampfgehalt bedeutet. Die Gültigkeit dieser Näherungsformel erstreckt sich von $x = 0.7$ bis $x = 1$. Für überhitzten Wasserdampf ist zurzeit $k = 1.3$ zu nehmen.

Wien, im Mai 1905.

Vereins-Angelegenheiten.

Fachgruppe für Gesundheitstechnik.

Bericht über die Versammlung vom 22. März 1905.

Nach einigen geschäftlichen Mitteilungen des Obmannes hält Herr Bau-Inspektor Franz Wejmola den angekündigten Vortrag über „Die städtischen Strombäder im Donaukanale“, welcher mit großem Interesse aufgenommen wurde. Der Vortrag wurde an anderer Stelle der „Zeitschrift“ veröffentlicht.**)

* * *

Bericht über die Versammlung vom 5. April 1905.

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung und begrüßt die zahlreich erschienenen Gäste, insbesondere den Kommandanten der

*) Die von Stodola untersuchte analoge „Düse mit verlängertem Einströmhals“ besaß an der engsten Stelle keinen stetigen Übergang zwischen den trichterförmigen Erweiterungen; was die Versuchsergebnisse beeinflussen mußte.

**) Nr. 32 I. J., Seite 459.

k. u. k. technischen Militär-Akademie in Mödling, Herrn Generalmajor Artur Horezky. Der Vorsitzende teilt ferner mit, daß der Verwaltungsrat über Antrag der Fachgruppe beschlossen hat, den bestandenem Ausschuß zum Studium der Rauchbelästigungsfrage wieder ins Leben zu rufen und, nachdem mehrere Mitglieder desselben seit dessen Bestande gestorben sind, durch Zuziehung neuer zu verstärken.

Herr Bau-Inspektor Beranek überbringt eine Einladung zur Versammlung der Heizungs- und Lüftungs-Fachmänner in Hamburg.

Herr Hauptmann Anton Schindler hält sodann den angekündigten Vortrag „Über die Ergebnisse des I. internationalen Kongresses für Schulhygiene in Nürnberg 1904, insbesondere über Hygiene der Schulgebäude“, welcher von der Versammlung mit lebhaftem Beifalle entgegengenommen wurde. Nach demselben erklärte Herr Hauptmann R. v. Niesiołowsky die vorgezeigten Apparate zur Bestimmung der Lichtstärke, und zwar den Weberschen Photometer und den Wingenschen Helligkeitsprüfer.

* * *

Bericht über die Exkursion nach Berndorf am 4. Juni 1905.

Mit dem in Aussicht genommenen von Wien, Südbahnhof 7 Uhr 5 Min. morgens abgehenden Zuge trafen die Exkursionsteilnehmer, ungefähr 40 Herren und Damen unter Führung des Obmannes in Berndorf ein und wurden dort von Herrn W. Schmid, Prokuristen der Berndorfer Metallwarenfabrik Artur Krupp im Namen der Firma begrüßt. Hierauf wurden die sämtlichen Wohlfahrtseinrichtungen einer eingehenden Besichtigung unterzogen, und zwar wurde der Reihe nach besehen: die wohleingerichtete Konsumanstalt, das schöne Theater, die Haushaltungsschule, die sehr große und herrlich gelegene Badeanlage, die Arbeiterhäuser, die Lesehalle, die Schule mit dem überaus geräumigen Turnsaale, die Sanitätsstation und die Speiseanstalt. Die sämtlichen Anlagen fanden lebhaftes Interesse seitens der Exkursionsteilnehmer. Der Fabrikleitung, sowie allen an der Führung beteiligten Vertretern derselben sei an dieser Stelle nochmals der beste Dank für die Gestattung der Besichtigung, bzw. für die freund-

liche Führung und für die eingehend gegebenen Erklärungen ausgesprochen.

Nach in Berndorf eingenommenem Mittagmahle unternahmen die Teilnehmer an der Exkursion einen Ausflug nach Weißenbach a. d. Triesting, woselbst die Kunststein- und Zementwarenfabrik Adolf Baron Pittel einer Besichtigung unterzogen wurde, und sodann nach Neuhaus, dessen schöne Lage, begünstigt durch das prächtige Wetter, der Exkursion einen würdigen Abschluß gab und bei den Teilnehmern den Wunsch nach öfterer Wiederholung solch schöner Ausflüge erregte.

Die Direktionen der Südbahn und der k. k. Staatsbahnen hatten in freundlicher Weise zur Hin- und Rückfahrt zwei Eisenbahnwagen für die Exkursionsteilnehmer freigehalten, wofür denselben bester Dank gebührt.

Der Obmann:
Vz. Pollack.

Der Schriftführer:
Alex. Swetz.

Vermischtes.**Personal-Nachrichten.**

Der Kaiser hat Herrn Bernhard Kirsch, Professor am Technologischen Gewerbemuseum in Wien zum ordentlichen Professor der technischen Mechanik und Baumaterialienkunde an der Technischen Hochschule in Wien ernannt, Herrn Hofrat Friedrich Muhl, Zentral-Gewerbe-Inspektor anlässlich der erbetenen Übernahme in den dauernden Ruhestand in Anerkennung seiner vieljährigen, pflichttreuen und vorzüglichen Dienste das Ritterkreuz des Leopold-Ordens verliehen und Herrn Viktor Würth, Ober-Inspektor der General-Inspektion der österr. Eisenbahnen, zum Zentral-Gewerbe-Inspektor ernannt und ihm bei diesem Anlasse den Titel und Charakter eines Hofrates verliehen.

Der Handelsminister hat Herrn Dpl. Ing. Viktor Horwatsch, Professor an der Staatsgewerbeschule im I. Wiener Gemeindebezirke, zum Prüfungskommissär für Maschinenwärter, Lokomotivführer und Dampfschiffmaschinenwärter für den Kesselaufsichtsbezirk II von Wien (II., IV., VII., IX., XVI. und XVIII. Wiener Gemeindebezirk) bestellt.

Herr Ing. Josef Maria Krasser wurde zum Leiter der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsanstalt in Bregenz ernannt.

† Rudolf Lamatsch, Inspektor, Streckenchef der österr.-ung. Staats-Eisenbahngesellschaft in Wien (Mitglied seit 1892) ist am 16. d. M. nach langem schweren Leiden gestorben.

J. Kraft de la Saulx, Chefingenieur in Seraing, weilte nach langjähriger Abwesenheit anlässlich der feierlichen Enthüllung des Petzval-Denkmales einige Tage in Wien, das er vor 50 Jahren für dauernd verlassen hatte. Ihm zu Ehren fand am 18. d. M. im Vereinshause eine intime Feier statt, welcher über 40 Mitglieder anwohnten. Den Reigen der Tafelreden eröffnete der Vereinsvorsteher Generalinspektor Gerstel, indem er den werten Gast begrüßte, seine Leistungen auf technischem Gebiete würdigte und der Freude darüber Ausdruck gab, daß wie in anderen so auch in Kraft österreichische technisch-wissenschaftliche Ausbildung im Auslande zu hohen Ehren und Ansehen gelangte. Der Gefeierte dankte mit warmen Worten für den herzlichen Empfang und pries die Freundschaft, welche Alt und Jung im Vereine verbindet. Regierungsrat Morawitz sprach als Studienkollege Krafts, Baurat R. v. Goldschmidt als sein Schüler, Hofrat R. v. Schrötter trank auf das Zusammenwirken von Technik und Medizin, Ingenieur A. v. Lenz sen. auf Frau v. Kraft und Direktor Zwiauer erinnerte an Anton v. Schrötter, dessen Denkmal bekanntlich gleichzeitig mit dem Petzvals enthüllt wurde. Die Stunden des Zusammenseins mit der lebenswürdigen Persönlichkeit des greisen Gastes werden allen Teilnehmern an diesem Abende in schöner Erinnerung bleiben.

Offene Stellen.

80. Beim Gemeinderate der Landeshauptstadt Brünn gelangen zwei Ingenieur-Adjunktenstellen in der X. Rangklasse der Gemeindebeamten zur Besetzung. Die Bezüge betragen an Gehalt jährlich K 2200, an Aktivitätszulage jährlich K 480. Nach je vier

Jahren erhöht sich der Gehalt auf K 2400, bzw. K 2600 jährlich. Gesuche mit dem Nachweise der beiden Staatsprüfungen des Ingenieur- oder Hochbaufaches einer österreichischen Technischen Hochschule sind bis 31. Oktober l. J. an das Brünnner Bürgermeisteramt zu richten. Näheres im Anzeigenblatte.

81. Bei den alpinen Salinenverwaltungen gelangen zwei Bergwesenstellen zur Besetzung. Mit der Stelle eines Berg-eleven ist ein Adjutum jährlicher K 1200 sowie der unentgeltliche Genuß eines entsprechend eingerichteten Zimmers in einem ärarischen Gebäude verbunden. Zugleich werden jenen Bergeleven, deren Dienstleistungen zufriedenstellend sind, Remunerationen von K 100 halbjährig in Aussicht gestellt. Bewerber haben die Zeugnisse über die an einer österreichischen Montanistischen Hochschule mit gutem Erfolge abgelegten Staatsprüfungen aus dem Berg- und Hüttenwesen beizubringen. Gesuche sind bis 9. November l. J. beim Präsidium der k. k. Finanzdirektion in Linz einzureichen.

82. An der Gewerbeakademie in Friedberg i. H. gelangt die Stelle eines Fachlehrers für die Vorträge über Dampfkessel, Dampfmaschinen, Wasser- und Dampfturbinen und Maschinenmessungen durch einen erfahrenen Ingenieur zur Besetzung. Gesuche mit dem Nachweise der abgeschlossenen Hochschulbildung sind an die Direktion dieser Lehranstalt zu richten. Bewerber, die als Assistenten in einem Maschinenlaboratorium beschäftigt und schon im Lehrfache tätig waren, werden bevorzugt.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Das Gemeindeamt Politz a. E. vergibt im Offertwege den Bau eines fünfklassigen Volksschulgebäudes. Anbote sind bis 29. Oktober l. J., vormittags 10 Uhr, einzureichen.

2. Die k. k. Betriebsleitung Czernowitz vergibt im Offertwege die Herstellung von Hochbauobjekten für den Umbau des Bahnhofes Czernowitz, und zwar: eine Lokomotivremise für 19 Stände, eine Lokomotivdrehscheibe von 18 m Durchmesser, Wasserstationsgebäude für zwei Reservoirs samt Anbauten und ein einstöckiges Administrationsgebäude. Anbote sind bis 30. Oktober l. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Betriebsleitung einzureichen, bei welcher auch die bezüglichen Offertbehalte eingesehen werden können.

3. Die Ausführung der Bauarbeiten für die Vergrößerung des Aufnahmgebäudes in der Station Munderfing der Linie Steindorf-Braunau im veranschlagten Kostenbetrage von rund K 11.400 gelangt im Offertwege zur Vergebung. Anbote sind bis 4. November l. J., mittags 12 Uhr, bei der k. k. Staatsbahndirektion Linz einzureichen, bei welcher auch die Bestimmungen zur Einbringung der Anbote, Projektpläne und Kostenanschlag zur Einsicht aufliegen.

4. Die Gemeinde Farkasd (Komitat Torontál) vergibt im Offertwege den Bau einer Gemeindenotärswohnung im veranschlagten Kostenbetrage von K 11.633.12. Die Offertverhandlung findet am 6. November l. J., vormittags 10 Uhr, im dortigen Gemeindehause statt. Plan, Kostenanschlag und Bedingungen liegen in der Gemeindekanzlei zur Einsicht auf. Vadium 5%.

5. Für den Bedarf der k. k. Staatsbahnen im Jahre 1906 gelangen Eisen-Oberbaumaterialien im Offertwege zur Vergebung. Anbote sind bis 6. November l. J., mittags 12 Uhr, beim Einreichungsprotokolle der k. k. Staatsbahndirektion Wien einzureichen. Offertformularen, Lieferungsbedingungen und Pläne liegen bei der Abteilung 10 (Spezial-Beschaffungsbureau) der genannten Direktion zur Einsicht auf.

6. Anlässlich des Baues eines Rauchtak-Fabrikations-zugleich Magazinsgebäudes bei der k. k. Tabakfabrik in Zwittau gelangen nachstehende Arbeiten und Lieferungen im Offertwege zur Vergebung: a) Baumeisterarbeiten im veranschlagten Kostenbetrage von K 100.520.25; b) Stukkturarbeiten im Kostenbetrage von K 2702.85; c) Steinmetzarbeiten im Kostenbetrage von K 12.580.99; d) Zimmer-

mannsarbeiten im Kostenbetrage von K 18.997.53; e) Spenglerarbeiten im Kostenbetrage von K 5141.46; f) Schieferdeckerarbeiten im Kostenbetrage von K 4282.41; g) Tischlerarbeiten im Kostenbetrage von K 14.338.55; h) Schlosserbeschlägarbeiten im Kostenbetrage von K 2768; i) Schlossergewichtsarbeiten im Kostenbetrage von K 6035.06; k) Trägerlieferung im Kostenbetrage von K 19.805; l) Gußeisenwarenlieferung im Kostenbetrage von K 222; m) Glaserarbeiten im Kostenbetrage von K 3246.81; n) Anstreicherarbeiten im Kostenbetrage von K 2445.56; o) Linoleumbelag im Kostenbetrage von K 2701.35; p) Pflastererarbeiten im Kostenbetrage von K 3196.22. Anbote, welche sich auf sämtliche Bauarbeiten zu erstrecken haben, sind bis 8. November l. J. bei der k. k. Tabakfabrik in Zwittau einzubringen. Auskünfte können bei der k. k. Generaldirektion der Tabakregie in Wien (IX/1 Waisenhausgasse 1, bautechnisches Departement) eingeholt werden. Vadium 50/0.

7. Vergebung der Lieferung und Aufstellung verschiedener Dachkonstruktionen am neuen Personenbahnhofe in Pilsen. Das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktionen beträgt 175.000 kg. Anbote sind bis 9. November l. J., vormittags 11 Uhr, bei der k. k. Staatsbahndirektion Pilsen einzureichen. Das zu erlegende Vadium beträgt K 3400.

8. Die k. k. Staatsbahndirektion Prag vergibt im Offertwege die Lieferung nachstehender maschineller Einrichtungen für die Zuförderungs- und Werkstättenlange in Nusle-Wrschowitz: eine Schalttafel für die elektrische Kraftübertragungsanlage samt Apparaten, ein Drehstrommotor 14 PS, ein Drehstrommotor 8 PS, zwei Drehstrommotoren 3 und 4 PS samt der zugehörigen Konstruktion und Antriebsvorlege, zwei Einschienenlokomotiven mit Drehstrommotoren zu 10 PS samt zugehöriger Konstruktion zum Antriebe, Stromzuleitung als Panzerkabel auszuführen. Anbote sind bis 10. November l. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch die Offertbehelfe eingesehen werden können.

9. Die k. k. Staatsbahndirektion Krakau vergibt im Offertwege die Lieferung und Montierung der Zentral-Dampfheizungsanlage in der Werkstätte in Podgórze-Plaszów, ausschließlich der Lieferung der Dampfkessel. Es wird verlangt, daß bei der Außentemperatur von -25°C , ohne Forcierung der Kessel in der Werkstätte die Temperatur von mindestens $+13^{\circ}\text{C}$ erreicht werde. Die von der k. k. Staatsbahnverwaltung beizustellenden Kessel können den Dampf bis zu fünf Atmosphären Überdruck liefern. Als Heizmaterial wird Sierszaer Kleinkohle mit zirka 4400 Kalorien Heizwert verwendet werden. Anbote sind bis 13. November l. J., vormittags 11 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch (Abteilung für Bahnerhaltung und Bau) die Offertbehelfe eingesehen, bezw. käuflich erworben werden können.

10. Wegen Lieferung von 33 Personen-, 30 Post- und 550 Güterwagen im veranschlagten Kostenbetrage von rund Frs 2.700.000 findet am 13. November l. J. bei der Kreis-Finanzpräfektur in Sophia eine Offertverhandlung statt. Nähere Angaben sind beim k. k. österr. Handelsmuseum in Wien erhältlich.

11. Wegen Vergebung des Baues eines röm. kath. Vereinshauses in Köhgyes im veranschlagten Kostenbetrage von K 18.075.51 findet am 15. November l. J., vormittags 10 Uhr, eine Offertverhandlung statt. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen können beim röm. kath. Pfarramt in Kishegyes (Komitat Bács) eingesehen werden. Vadium 10/0.

12. Der Ortsschulrat in Wörth (Bezirk Hartberg, Steiermark) vergibt im Offertwege den Bau eines Schulgebäudes im veranschlagten Kostenbetrage von K 16.120. Die Offertverhandlung findet am 16. November l. J., vormittags 9 Uhr, in der dortigen Gemeindekanzlei statt. Bauplan, Kostenanschlag und Bedingungen liegen in der genannten Kanzlei zur Einsicht auf.

13. Wegen Herstellung der elektrischen Stromleitung für den Antrieb von feststehenden Dreh- und Laufkränen sowie der Installation der elektrischen Beleuchtung in den Hafenschuppen des Molo „Barceloneta“ findet am 30. November l. J. eine Offertverhandlung statt. Anbote sind zu richten an die Junta de Obras del puerto de Barcelona. Die zu erlegende Kautions betragt Peset. 2000.

Eingelangte Bücher.

Die folgenden Werke wurden der Bibliothek von Herrn Ing. J. Deutsch gespendet.

10.335 *Hydraulique agricole*. Applications des Canaux d'Irrigation de l'Italie septentrionale. Par N. de Buffon. 80. 2 Bände mit 28 Taf. Paris 1861.

10.336 *Expériences sur l'Emploi des Eaux dans les Irrigations* sous différents Climats et sur la Proportion des Limons charriés par les Cours d'Eau. Par Mangon. 80. 198 S. m. 1 Taf. Paris 1869.

10.337 *Formules, Tables et Renseignements Usuels*. Par F. Claudel. 80. 1340 S. m. 3 Taf. Paris 1867.

10.338 *La Navigation intérieure de la France*. Par L. Molinos. 80. 253 S. Paris 1875.

10.339 *Mémoire sur la Traction des Bateaux*. Par Chanoine et de Lagrené. 80. 100 S. m. 4 Taf. Paris 1864.

10.340 *Mémoires sur les Ouvrages de Défense contre les Inondations*. Par M. Comoy. 80. 112 S. m. 2 Taf. Paris 1868.

Zusammenstellung der bisherigen Leistungen beim Baue der großen Alpentunnels am Schlusse des Monats August 1905.*

Art der Leistung (Längen in m)	Tunnel Seite	Bosruck (lang 4770 m)		Tauern (lang 8526 m)		Karawanken (lang 7976 m)	
		Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd
1. Sohlstollen.	Stollenlänge am 31. Juli	2171.8	2469.7	3284.0	994.3	—	—
	Monatsleistung	—	—	160.1	26.2	—	—
	Stollenlänge am 31. August	2171.8	2469.7	3444.1	1020.5	—	—
	Gesteinsart, Festigkeitsverhältnisse, Druckerscheinungen, Art der Bohrung u. s. w.	1)	2)	3)	4)	—	5)
2. Firststollen.	Gesamtleistung am 31. Juli	2113	2199	1119	—	—	—
	Monatsleistung	53	69	75	—	—	—
	Gesamtlänge am 31. August	2166.6	2268	1194	—	—	—
	Gesamtleistung am 31. Juli	1640	1861	904	—	4583	2702
3. Vollausbruch.	Monatsleistung	48	—	59	—	92	126
	Gesamtleistung am 31. August	1688.7	1861	963	—	4675	2828
	In Arbeit am 31. August	426	312	67	—	163	72
	am 31. Juli	322	232	58	—	117	135
4. Mauerung der Widerlager und des Gewölbes.	Gesamtleistung am 31. Juli	1640	1861	872	—	4482	2585
	Monatsleistung	40	—	48	—	151	90
	Gesamtleistung am 31. August	1680	1861	920	—	4633	2675
	In Arbeit am 31. August	392	264	29	—	43	144
5. Sohlen-gewölbe.	am 31. Juli	272	92	29	—	101	108
	Gesamtleistung am 31. Juli	1036	64	310	—	409	1359
	Monatsleistung	—	—	—	—	91	80
	Gesamtleistung am 31. August	1036	64	310	—	500	1439
6. Kanal.	In Arbeit am 31. August	—	—	—	—	8	126
	am 31. Juli	—	—	—	—	41	42
	Gesamtleistung am 31. Juli	1496	855	679	—	3193	1591
	Monatsleistung	—	—	79	—	225	—
7. Tunnel-röhre vollendet.	Gesamtleistung am 31. August	1496	855	758	—	3418	1591
	In Arbeit am 31. August	—	—	48	—	533	—
	am 31. Juli	—	—	54	—	441	—
	Gesamtleistung am 31. Juli	76	131	588	—	1278	1480
	Monatsleistung	—	—	116	—	314	85
	Gesamtlänge am 30. August	76	131	704	—	1592	1565

1) Der Vortrieb des Sohlstollens ist seit 19. Mai eingestellt. Die Wassermenge am Mundloche betrug 250 Sek./l.

2) Der Vortrieb des Sohlstollens seit 17. Mai eingestellt. Die Wassermenge aus dem Sohlstollen von 280 auf 260, am Mundloche von 460 auf 430 Sek./l. gefallen.

3) Granitgneis, gebankt, kompakt, hart, glimmerarm, zerklüftet, trocken. Kein Druck, kein Einbau. Wassermenge 20–30 Sek./l., am 12. August 100 Sek./l. (Gewitterregen); Brandteiche Druckwasserbohrmaschinen.

4) Glimmerreicher Gneis, bis Stollenmeter 1006.4 ziemlich stark zerklüftet; Brust und Decke naß; von da an wenig geklüftet, trocken. Zwischen 1014 und 1019 Feldspat- und Quarzadern. Kein Druck, kein Einbau, Handbohrung.

5) Wasserabfluß am Mundloche 15–20 Sek./l. Hie und da Einbauauswechselungen im Sohl- und Firststollen.

6) Seit 28. August 1905 eingestellt.

7) Der Ausbruch der Kalotte geschieht teilweise mittels Bohrmaschinen.

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

XIV. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Laut Beschluß des Verwaltungsrates wird die kommende Vereins-Session Samstag den 4. November l. J. eröffnet.

Die Versammlungen beginnen wie bisher um 7 Uhr abends.
Wien, 29. September 1905.

Der Vereinsvorsteher:
Gerstel.

*) Vergl. Nr. 34 l. J. S. 487.